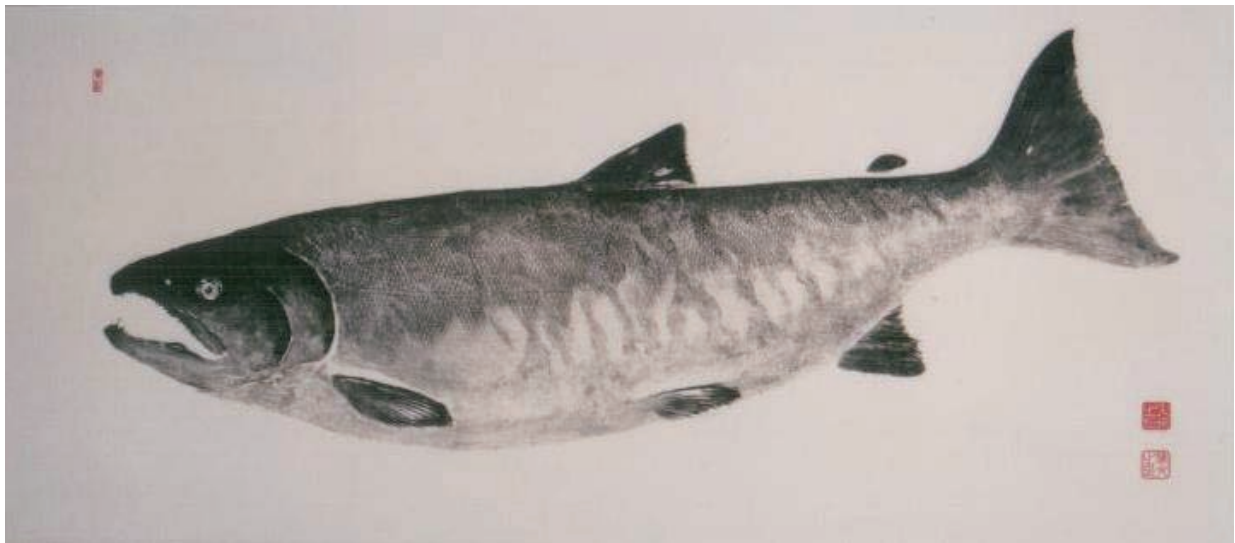


# SALMON 情報

第4号

2010年3月

- サケの来遊数変動
- 2009年夏季の北太平洋におけるサケ資源と海洋環境
- 耳石温度標識放流魚から得られた知見 その2（放流時期とサイズの検討）
- サケ卵のふ化率を向上するための採卵・採精及び受精に関する調査
- 旭川でサケ稚魚50万尾を放流－石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験－
- サケ科魚類のプロファイル No.8 ブラウントラウト
- 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖  
ほか



(図版提供：大場雅文氏)

編集 さけますセンター



独立行政法人  
水産総合研究センター

## 目次

サケの来遊数変動	3
2009 年夏季の北太平洋におけるサケ資源と海洋環境	6
三陸沿岸域におけるサケ稚幼魚の成長、食性、およびニシン仔稚魚との生態的關係	9
耳石温度標識放流魚から得られた知見 その 2 (放流時期とサイズの検討)	12
サケ卵のふ化率を向上するための採卵・採精及び受精に関する調査	15
さけます関係研究開発等推進特別部会	17
2009 年北太平洋溯河性魚類委員会年次会議の概要	20
旭川でサケ稚魚 50 万尾を放流—石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験—	22
帯広事業所が取り組む業務の紹介—幼稚魚生息環境モニタリング—	25
サケ科魚類のプロファイル No. 8 ブラウントラウト	27
北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖	30
さけます展示施設のページ イヨボヤ会館	32



## mini column

表紙のサケの魚拓は、北海道札幌市在住の魚拓作家・大場雅文さんの作品です。古来より伝わる『魚拓』の製作を通じ、北海道の雄大な自然と魚の存在への深い感謝の精神を、次世代へも引き継いでいきたいとの願いを込めて活動されています。

サケは先人から受け継いできた貴重な財産である自然の恵みの象徴にもなっています。飽食の時代と呼ばれて久しい昨今、ともしれば忘れてしまいがちですが、自然の恵みへの感謝の気持ちを、いつまでも持ち続けていきたいと思ひます。



# サケの来遊数変動

ながさわ とおる  
永沢 亨 (さけますセンター さけます研究部)

## はじめに

現在、日本に回帰するサケの多くはふ化放流を起源としている。日本におけるサケの放流数は、近年約18億尾でほぼ一定となっていることから、沿岸でも安定した回帰が期待されている。ところが2008年漁期における全国の来遊数は、5,297万尾と1994年以後の平均来遊数に対する比率(以下、「**平年比**」と記す)では79%に減少した(図1)。

この減少は「地球温暖化等の影響を受けての大規模で長期的な減少では?」との憶測もあつてか、社会的にも大きな反響を呼んだ。さけますセンターでも、2009年5月にサケ資源変動検討会を開催し、北海道および岩手県の試験研究機関、水研センターのサケ担当部門・海洋環境担当部門、さらには北海道大学の研究者を交え、来遊数減少についての情報交換と検討を行ってきた。幸い2009年漁期の来遊数は約6,300万尾と平年並みとなり、2年続けての来遊数激減といった事態には至らなかったが、多くの人がサケの資源状態が不安定になっていると感じたのではないだろうか?

ここでは上記検討会での議論を参考に、2008~2009年漁期の来遊数変動の概要と要因について考えてみたい。

## 2008年漁期の特徴

北海道での来遊数は3,871万尾で、平年比76%だった。特に4年魚(2004年級)の落ち込みが日本海で平年比27.9%、根室海で平年比45.3%と顕著であり、5年魚(2003年級)の落ち込みはそれほど大きくなかった(図2)。さらに来遊時期別に見ると、4年魚の中でも前期群(9月来遊群)の落ち込みが大きかったこと(図3)、地域別にみると、えりも以西、えりも以東の2海区以外の落ち込みが顕著であったことに特徴づけられる(図4)。

また、本州日本海の内海での来遊数は60万尾、平年比75%で、北海道と同様に4年魚が平年比53.4%と大きく落ち込み、早い来遊時期のものほど、落ち込みが顕著であった(図2, 3)。一方本州太平洋の内海での来遊数は1,364万尾で、平年比で88%、前年比では94%と北海道に比較すると落ち込みは小さかった(図4)。しかし、岩手県を中心とするこの海区でも例年より9~10月の来遊数が低迷、漁期ピークのずれなど、平年とは異なった来遊状況であった。また、海区内で見ても青森県太平洋側や岩手県北部では平年を下回る来遊数であったのに比べ、岩手県南部の大船渡地区や宮城県、福島

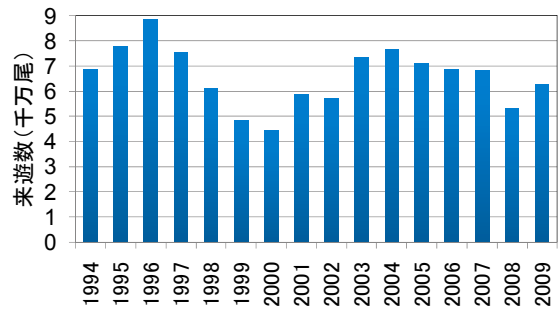


図1. サケ沿岸来遊数の推移 (全国)。  
\*2009年度は2010年1月31日現在。

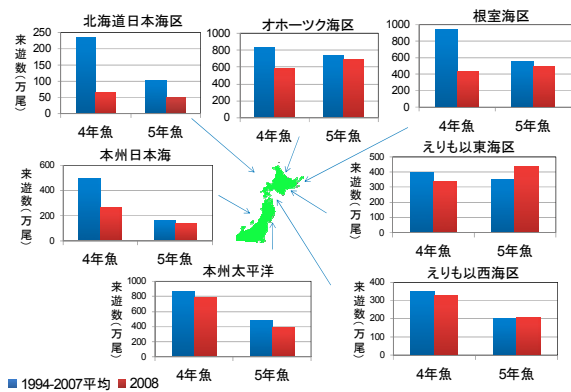


図2. 2008年サケ4,5年魚の来遊数の平年比 (海区別)。

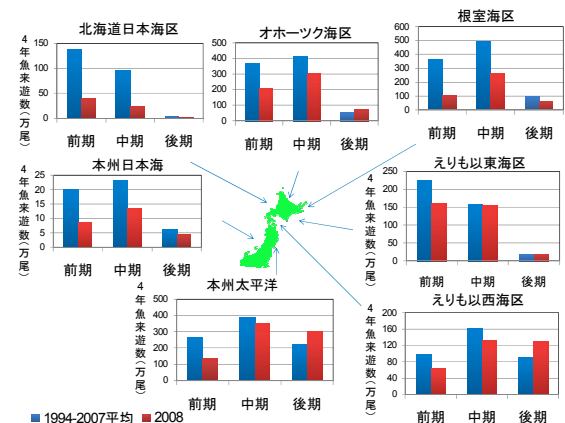


図3. 2008年サケ4年魚の時期別来遊数平年比 (海区別)。

県などでは平年よりも来遊数が多かった。年齢別にみると主群である4年魚が平年比90%、5年魚が平年比83%であり、4年魚が極端に落ち込むという傾向は認められなかった(図2)。

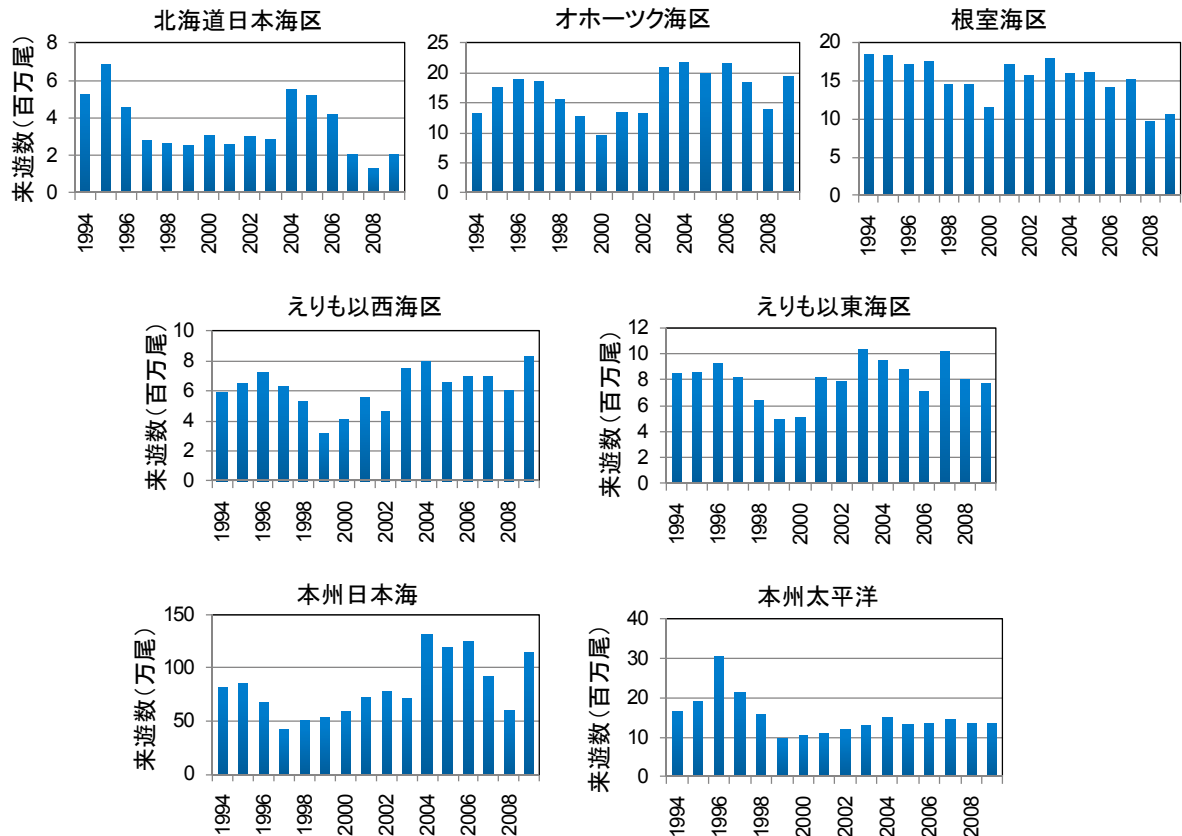


図4. サケ沿岸来遊数の推移(海区別).  
\*2009年度は2010年1月31日現在.

このように2008年漁期の特徴は北海道の根室・オホーツク海区および本州日本海で早い時期の来遊数の落ち込みが激しく、短期的な来遊数変動と言える。一方、北海道のえりも以西、えりも以東の2海区と本州太平洋では来遊不順という側面はあるものの来遊数変動には当たらないのかも知れない。

### 2009年漁期の特徴

北海道全体のサケ来遊数は約4,800万尾、平年比で102%（前年比124%）となり2002年以降では平均的な来遊となった。海区別に見ると、えりも以東海区を除く各海区で前年を上回った。ただし2008年漁期に来遊数が大きく落ち込んだ北海道日本海区と、根室海区では前年は上回ったものの平年比では低い状態が続いている。年齢別に見ると、2005年級の4年魚は前・中・後期ともほぼ平年並みの水準で来遊しており、2004年級の5年魚も2008年と異なって9月来遊の前期群が特別に落ち込むという傾向は見られなかった。

また、本州太平洋では来遊数1,370万尾（前年比101%）と2008年と大きな変化はなかった。本州日本海では約114万尾（前年比189%）と回復

し、特に2005年級の4年魚の増加が顕著であった（図5）。

### 来遊数変動要因

2009年漁期の来遊数の概要が明らかになるまでは、「降海直後の沿岸域において低水温の影響を受け2004年級の稚魚の生残率が低下した」という仮説は今回の変動要因で最有力であった。つまり、放流直後の沿岸での死亡率が高く、2004年級はオホーツク海での最初の越夏期以前から豊度が低かったという考えである。しかし、2004年級の5年魚としての回帰は平年並みであったことから、降海直後の生残率低下を2008年漁期の来遊数減少の主要因と考えるには無理がある。一方、「回帰年9月の千島列島周辺における高水温によって回帰阻害が起こった」という仮説は、2008年の来遊不順の他に、北海道全体における1998～2000年度の回帰率・来遊数の低下をある程度は説明できる。さらに、複数の要因をモデルに組み込んだ重回帰分析では、初回越冬期の水温変化を始めとする沖合域における水温変動が地域別年齢別回帰率の変化に関与していることが解ってきた。

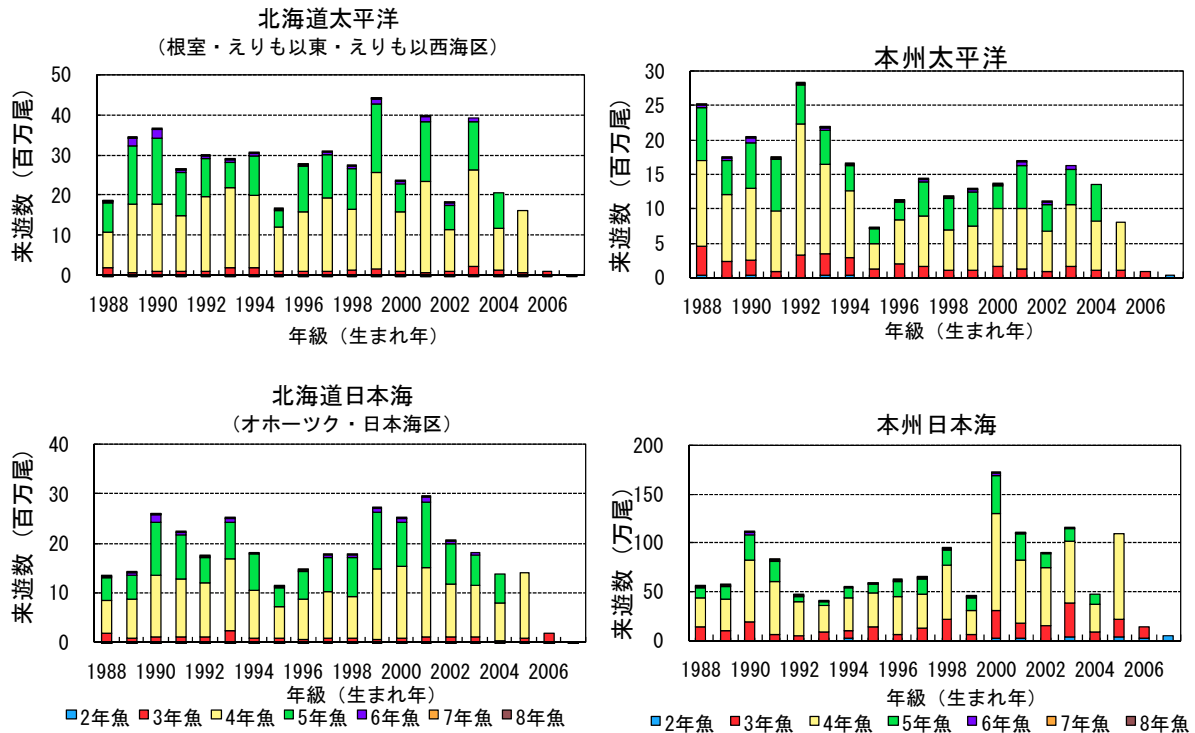


図5. サケ年級別年齢別来遊数の推移. \*2009年度は2010年1月31日現在.

日本系サケの来遊数変動に関しては、これまで「沿岸での生残率の変動」に焦点が当てられてきた。しかし、放流技術がある程度安定してきた近年にあっては、放流直後だけではなく、沖合生活期や回帰時期における海洋条件の変化による死亡率の累積も無視できない重要な要素になっているものと考えられる。

近年のサケ来遊数の経年変化を見ると、1992年、2000年、2008年を底値とする8年程度の振幅が見られる(図6)。また、年級別の来遊数に着目すると、特に北海道太平洋(根室、えりも以東、えりも以西海区)を中心として、1998年以降奇数年級の豊度が偶数年級よりも高いという見かけ上の隔年変動も存在する(図5)。このうち、8年程度の振幅は太平洋の海面水温偏差の変動に同調しており、沖合の環境変化が日本系サケの来遊数にも影響を与えていることが考えられる(図6)。

**むすびに**

温暖化を含めた環境変動は日本系サケの資源にも大きな影響を与える可能性がある。水研センターでは2010年度開始予定の農林水産技術会議の

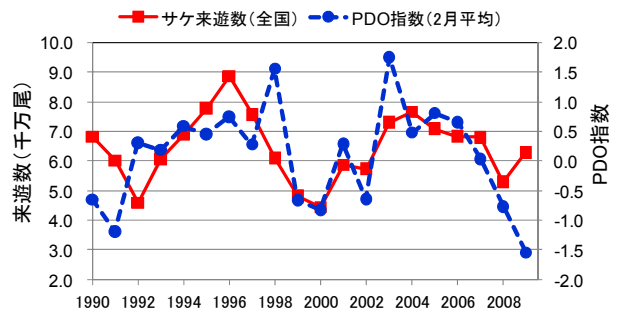


図6. 水温変動の指標値の一つであるPDO(2月)とサケ来遊数(全国)の年変化.

委託プロジェクト研究「地球温暖化が水産分野に与える影響評価と適応技術の開発」に応募しており、この中でさけますセンターでも「温暖化等の海況変化の影響を加味したサケ回帰モデルおよび放流技術の開発」という課題を北海道大学や北海道区水産研究所と共同で取り組む予定である。また、環境変化はサケの回帰率変動に深く関与していると考えられるため、研究の過程では来遊予測精度の向上にも寄与していきたいと考えている。

## 2009 年夏季の北太平洋におけるサケ資源と海洋環境

福若 雅章 (北海道区水産研究所 亜寒帯漁業資源部)

### はじめに

第二次世界大戦後、日本では北洋海域でのさけ・ます流し網漁業が発展しました。それに伴い、水産庁の水産研究所は北太平洋やベーリング海に分布するさけ・ます *Oncorhynchus spp.* の漁場開発、資源状態、およびその起源について流し網を用いて調査してきました。これらの北洋調査により、日本で生まれたサケ (シロザケ) *O. keta* は北太平洋やベーリング海を広く回遊していることが分かりました (田中ら 1969; Neave ら 1980)。1993 年の「北太平洋における溯河性魚類 (さっかせいぎょい: 海から川にさかのぼって産卵する魚類) の系群の保存のための条約」の発効に伴い公海域でのさけ・ます漁業は禁止されましたが、この条約や国連海洋法条約に基づき日本は日本生まれのさけ・ますからの利益を享受する権利とそれを適切に管理する責任を負うことになりました。水産総合研究センター (以下、水研センター) は、海洋生態系を考慮した日本生まれのサケの適切な管理を目指し、北太平洋やベーリング海に回遊するさけ・ますの資源状態とその環境に関する調査を、北海道大学などのご協力をいただきながら継続しています。ここでは、2009 年の夏季に実施した北太平洋とベーリング海における流し網によるさけ・ます調査結果をご紹介します。

### 日本系サケの回遊ルートと調査海域

日本生まれのサケは北太平洋を広く回遊し満 2-6 歳で生まれた川に帰ってきます (図 1)。日本の河川に春に放流されたサケ稚魚は、しばらく沿岸で過ごした後、海岸沿いに北上し、オホーツク

海で最初の夏を過ごします (浦和 2000)。その後、秋から冬に北西太平洋へ南下し、春から夏にベーリング海へ北上します。海洋生活 2 年目以降は、夏をベーリング海、冬をアラスカ湾で過ごし、性成熟が始まるとベーリング海から日本の河川に回帰します。

2009 年夏季には若竹丸 (北海道実習船管理局、水研センター用船) がベーリング海と中部北太平洋で、おしよる丸 (北海道大学) がベーリング海と北西太平洋で流し網を用いてさけ・ますの資源状態を調査しました。また、同時期に流し網を用いて中西部北太平洋でアカイカ *Ommastrephes bartramii* の資源状態を調査した開運丸 (青森県産業技術センター、水研センター用船) からさけ・ます混獲データを提供していただきました。これら流し網調査船のほかに北光丸 (水研センター) はベーリング海とチュクチ海 (北極海) でトロール網を用いてさけ・ますの分布と資源状態の調査を行いました。

### 2009 年夏季の海洋環境

2009 年夏季にはエル・ニーニョ現象がおり、日本では天候が不順であったり、太平洋の赤道付近では表面水温が高かったりと例年とは異なる海洋・気象状態でした (気象庁 2009。http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/elnino/index.html)。中部北太平洋とベーリング海でも流し網調査点での海の表面は近年の平均より約 1°C 低い水温でした。表面水温以外の海洋観測項目については、データを水研センターに持ち帰り、専門の部署で解析中です。

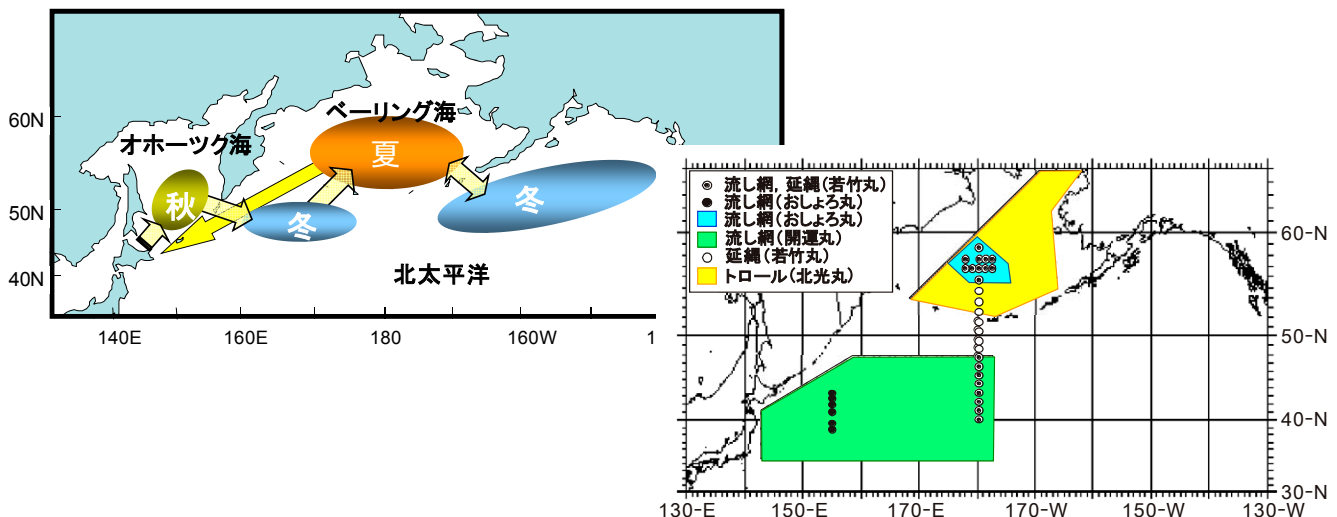


図 1. 日本産サケの北太平洋における回遊ルート (浦和 2000 を改変) と 2009 年の日本のさけ・ます調査船による調査海域図。

**サケの資源状態**

2009年夏季にベーリング海でサケの10種目合い調査流し網30反あたり漁獲尾数(単位努力量あたり漁獲尾数:CPUE)は45.2尾で近年(1992-2009年)中で最低でした(図2上)。サケは夏季に主にベーリング海に分布します。ベーリング海でのサケの漁獲尾数は偶数年より奇数年に低くなります。このことは奇数年に資源豊度が高いカラフトマス *O. gorbuscha* と逆の変動となっており、カラフトマスとの競争のためサケは分布を変化させるためと考えられています(Azumaya and Ishida 2000)。そこで、調査海域を中部北太平洋まで拡大し、さらに奇数年の平均値あるいは偶数年からの平均値とどれくらい異なるかを計算したものを図2下図に示しました。それによると近年20年間の中でも2009年は低い水準(平均の84%)にあるといえます。

また、ベーリング海と中部北太平洋で調査流し網により漁獲されたサケの体サイズの経年変化を見てみると、0.2歳\*から0.5歳\*魚の体サイズは1970年代から1990年代中盤までは徐々に小型化していましたが、その後は回復傾向にあります(図3)。2009年の0.2歳魚の体サイズは、1990年代以降では比較的大きく、1970年代とほぼ同じ大きさでした。0.3-0.5歳魚の平均体サイズは昨年よりやや小さかったのですが、乗船調査員の報告によると個体によるサイズのばらつきが大きかったとのことでした。

**その他のさけ・ますの資源状態**

2009年夏季のベーリング海でのカラフトマスCPUEは413.5尾で、近年中最高でした(図4上)。ベーリング海に分布するカラフトマスの多くはロシアのカムチャッカ半島の東岸生まれのものです(高木ら1982)。カラフトマスは通常2年で成熟し、東カムチャッカの奇数年生まれ群は偶数年生まれ群よりかなり多いのですが、2009年では奇数年中でも特に多くベーリング海に分布していました。一方、ベニザケ *O. nerka* のベーリング海でのCPUEは16.3尾で、近年中もっとも少なく、平均(40.3尾)の41%にとどまりました(図4下)。これは、ベニザケもサケと同様にカラフトマスとの競争の結果分布を変化させて、カラフトマスの多いベーリング海を避けたのかもしれませんが、その他のさけ・ます類(ギンザケ *O. kisutch*, マスノスケ *O. tshawytscha*, ニジマス(スチールヘッドトラウト) *O. mykiss*)の近年の資源水準は低いレベルにあります(図5)。

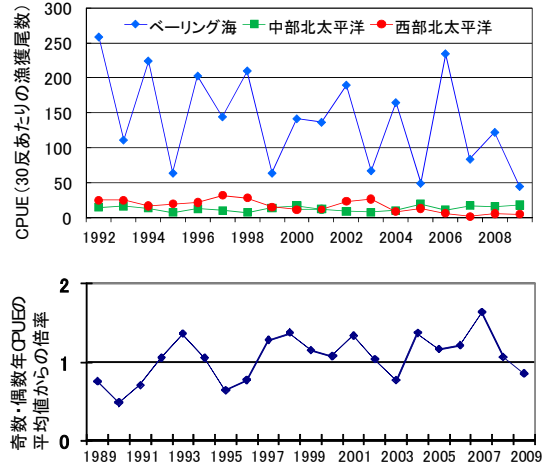


図2. サケの夏季における北太平洋地域別サケの調査流し網30反あたり漁獲尾数(CPUE)(上)とベーリング海・中部北太平洋におけるサケCPUEの奇数年・偶数年平均値からの倍率(下)。

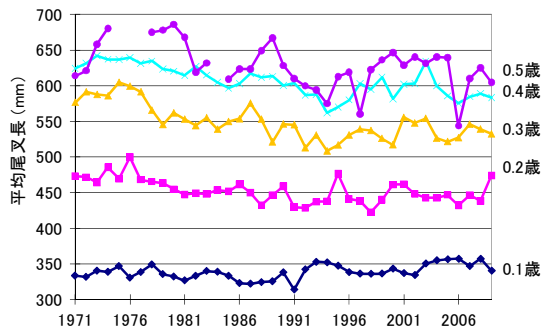


図3. ベーリング海・中部北太平洋の夏季における調査流し網で漁獲されたサケの年齢別平均尾叉長。年齢はヨーロッパ方式\*で表示。

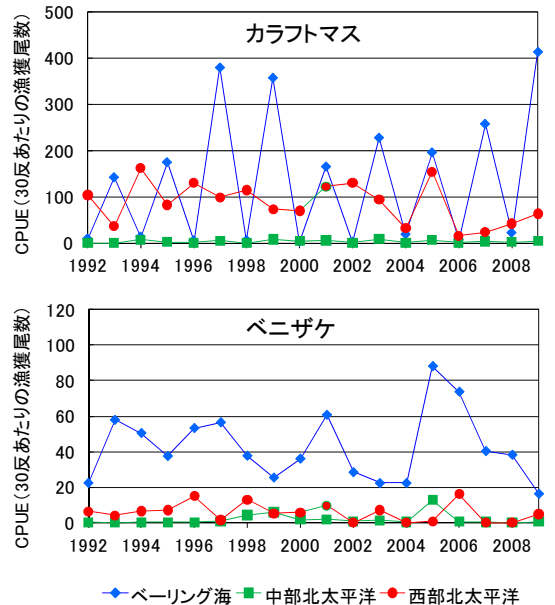


図4. カラフトマス、ベニザケの夏季における北太平洋地域別の調査流し網30反あたり漁獲尾数(CPUE)。

\*ヨーロッパ方式の年齢表示:ピリオドの前が浮上後の淡水中での越冬回数、後ろが海洋での越冬回数を示す。秋に帰した4年魚は0.3歳魚となる。

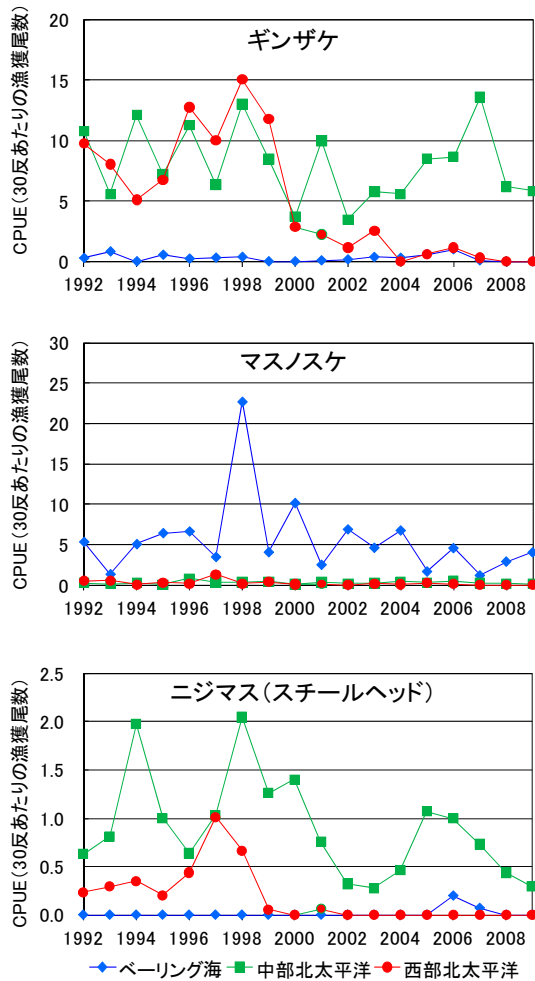


図5. ギンザケ、マスノスケ、ニジマスの夏季における北太平洋海域別の調査流し網30反あたり漁獲尾数(CPUE)。

## おわりに

水研センターは水産庁水産研究所時代から半世紀以上に渡って北太平洋沖合で流し網によるさけ・ます調査を継続してきました。長期間にわたる調査により、北太平洋のさけ・ますの資源状態を調べ、さけ・ますの国際資源管理に貢献してきました。しかしながら、公海漁業停止に伴い、水研センターによる沖合さけ・ます調査の目的は日本産サケの資源管理のための海洋生活史・資源状態の把握へと変化しました。また、公海漁業の停止により流し網調査船も徐々に減少してきました。そこで、水研センターは2007年から北光丸によ

りトロール網でのサケの調査をベーリング海などで実施しています。トロール網を使用することにより、米国200海里内などでも調査ができ、調査海域が広がると同時に1日あたりの操業回数も増え、より精密な調査が実施できるようになりました。今後は、沖合域調査結果を生かした日本産サケの回帰資源の評価手法の検討と同時に、北太平洋の生態系を考慮した資源管理方策なども検討する必要があります。

最後になりましたが、さけ・ます調査船の船長はじめ乗組員および調査員の皆様に感謝いたします。本稿の内容はFukuwaka et al. (2009)により北太平洋溯河性魚類委員会に報告済みです。また、この調査は水産庁の国際資源動向要因分析調査事業として国からの補助を受けて実施しております。

## 引用文献

- Azumaya, T., and Y. Ishida. 2000. Density interactions between pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) and their possible effects on distribution and growth in the North Pacific Ocean and Bering Sea. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 2: 165-174.
- Fukuwaka, M., T. Kaga, M. Sakai, and Y. Kamei. 2009. Salmon stock assessment in the North Pacific Ocean, 2009. NPAFC Doc. 1193. (Available at <http://www.npafc.org>).
- Neave, F.・米盛保・R. G. Bakkala. 1980. 北太平洋の沖合水域におけるシロザケの分布及び起源. INPFC 研報, 35: 1-72.
- 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*) の分布及び起源. INPFC 研報, 40: 1-178.
- 田中昌一・M. P. Shepard・H. T. Bilton. 1969. 鱒研究により決定した1956-1958年の北太平洋沖合水域におけるシロザケ (*Oncorhynchus keta*) の起源. INPFC 研報, 26: 53-144.
- 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.



## 三陸沿岸域におけるサケ稚幼魚の成長，食性，およびニシン仔稚魚との生態的關係

栗田 豊<sup>1</sup>・齋藤 寿彦<sup>2</sup>・有瀧 真人<sup>3</sup> (<sup>1</sup>東北区水産研究所 海区水産業研究部，<sup>2</sup>さけますセンター さけます研究部，<sup>3</sup>宮古栽培漁業センター・現西海区水産研究所 海区水産業研究部)

### はじめに

水産総合研究センターでは、平成 19-20 年に地域連携プロジェクト研究「生態系アプローチによる資源管理に向けた基礎的研究—サケ、ニシン、スケトウダラの順応的管理方策の検討—」を実施した。本プロジェクト研究は、サケ、ニシン、スケトウダラの種間関係を考慮した資源変動概念モデルを作成すること、モニタリングのための指標を開発すること、放流手法と漁業管理を組み合わせた順応的管理手法を提案することを目的とした。具体的には、初期生活史における成長の良否が生残に影響を及ぼす可能性が高いことに着目して、3 魚種が初期生活期に同所的に分布する可能性が見込まれた厚岸沿岸（道東沿岸海域）と宮古沿岸（三陸沿岸海域）において、仔稚魚期の成長の環境応答の把握、種間関係の評価、環境および初期成長と資源変動に関する長期データの解析を行った。本稿では、得られた成果のうち、サケ稚幼魚の生態に関連するものを抜粋して紹介する。

### 三陸のふ化場で生産されたサケ幼魚の成長速度と水温の関係（飼育実験）

個体の成長を決定するのは、主に水温と摂餌量である。摂餌量が十分であれば、成長は水温から期待できる最大の値となり、摂餌量が不十分であれば、成長は低下する。従って、ある水温下における最大成長速度は、野外採集個体の成長が餌料環境によって制限されているか否かを解釈するための尺度となる。本研究は、サケ幼魚の飽食時の成長速度と水温の関係を明らかにすることを目的とした。

三陸沿岸域におけるサケ幼魚の体長、経験水温を網羅するため、標準体長(SL)44~85mm（尾叉長(FL)50~92mm に該当）、水温 7~22°Cにおける幼魚の飽食時の成長を調べた。供試魚は、岩手県内の孵化場で生産された稚魚を宮古栽培センターで一定期間馴致した。実験では、100 リットル水槽に約 30 個体の幼魚を収容し、各水温条件において 14 日間飼育した。各水温条件につき 3 水槽を用い、成長速度は 3 水槽から得られた値の平均値とした。餌は冷凍オキアミを 1 日 4 回飽食まで与えた。初期値は、実験開始時に親水槽から採集した 50 個体の平均体長および体重により与えた。実験開始時の体重を用いて、体重 1 g に標準化したサケ幼魚の 7~22°Cにおける相対成長速度(SGR(1g))は、水温 15~20°Cで最大となり、22°Cでは低下した(図 1)。成長速度(GR(L); mm/d)

は小型、大型群ともに、15~20°Cにおいて 1.1~1.2mm/d で最大値を示し、22°Cでは低下した(図 1)。すなわち体重を用いて算出した成長率と同様の水温応答であった。なお、相対成長速度(SGR(W))、成長速度(GR(L))、1g に標準化した相対成長速度(SGR(1g))は以下の式により求めた(Jobling 1994)。

$$SGR(W) = \{(\ln W_1 - \ln W_0) / D\} \times 100$$

$$GR(L) = (SL_1 - SL_0) / D$$

$$SGR(1g) = SGR(W) \times W_0^{0.35}$$

$W_0$  と  $W_1$  はそれぞれ、実験開始時と終了時の体重(g)、 $SL_0$  と  $SL_1$  はそれぞれ実験開始時と終了時の体長(mm)、 $D$  は実験期間(日)を表す。

サケ幼魚は水温 15~20°Cで最大の成長を示すという結果を得たが、日本沿岸域に生息するサケ幼魚が 15°C 以上の水温を経験することは極めて稀である。このことの原因として、餌料環境の影響が考えられる。飼育実験では、水温上昇に伴い摂餌量も増加した。摂餌量が制限されている条件下では成長速度が低下するため、成長速度のピー

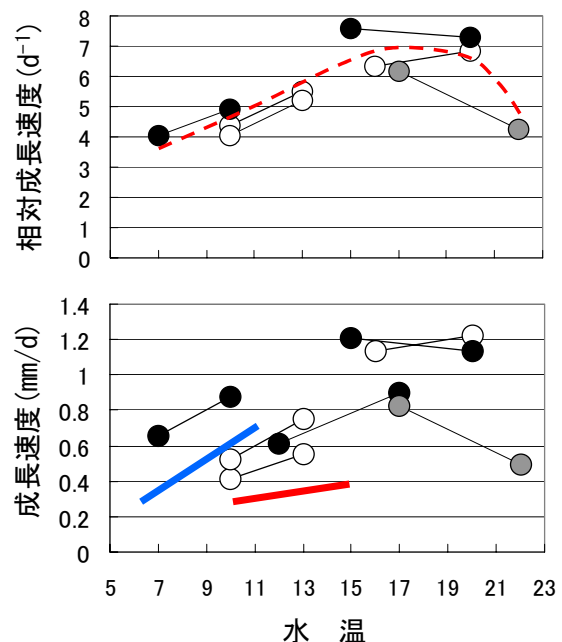


図 1. サケ幼魚の飽食時の成長速度と水温の関係。上図は体重 1 g に標準化した相対成長速度（体重ベース）、下図は成長速度（体長ベース）の値である。

○, ●, ○ は実験開始時の体長が、それぞれ 44-47mm, 55-65mm, 85mmであることを表す。上図の赤破線は相対成長速度と水温の関係をフリーハンドで描いた。直線で結ばれた 2 点は、同時に行った実験であることを表す。下図の赤線は 2007 年、青線は 2008 年の宮古湾内における推定成長速度と水温の関係を表す。

クはより低水温側で現れる(図1). したがって, 天然海域において, 高水温時に十分な摂餌量を確保できない場合, 成長の適水温は実験から得られる水温帯よりも低くなる可能性がある. なお, 本飼育実験は三陸沿岸の河川由来のサケ幼魚を用いており, 道東のサケとは成長の水温応答が遺伝的に異なる可能性もある. 道東のサケ幼魚の成長の解釈に用いる際は注意が必要であろう.

本研究から得られた成長-水温関係は, 野外における餌料環境の評価に適用可能である. 例えば, 2007年と2008年の採集直前5日間の成長率と水温の関係を比較すると, 同水温帯では2008年が2007年よりも良好な成長を示した(図1). また, 2008年の成長は, 飼育実験から予想された生息水温における最大の成長速度に近似した. このことから, 2008年に採集されたサケ稚幼魚は採集直前5日間は餌が十分ある環境に生息していたのに対し, 2007年は餌が不十分な環境に生息していたと推察される.

#### 宮古湾内におけるサケ稚幼魚とニシン仔稚魚の生態的關係(野外調査)

宮古湾内において野外調査を行ない, サケ幼魚とニシン仔稚魚の成長および食性を調査し, 捕食-被食関係や餌生物の競争といった生態的關係を明らかにすることを目的とした. なお, 3魚種を対象に同様の調査を道東海域の昆布森沿岸でも行ったが, 同時に2魚種以上が分布することはなかった. また, 宮古湾外では, サケ幼魚とスケトウダラ稚魚が同時に分布したが, 餌生物の重複は大きくなかった.

宮古湾内において, 2007年3月から7月までに計18回, 2008年2月から7月までに計33回, 湾奥部の小型定置網に乗網した稚幼魚を収集するとともに, 餌料環境を把握するために動物プランクトンを旬1回の頻度でNORPACネットの鉛直曳き(水深5m)により採集した. 湾内の水温と塩分はデータロガーにより記録した. 得られた標本は, 魚体測定を行なったのちに耳石を摘出して成長解析(耳石輪紋計測)に用いた. 2魚種以上が同時に採集された場合には, 胃内容物を摘出して餌生物の種組成を調べ, さらに主要な餌生物についてサイズを計測した.

水温は, 2007年が2008年よりも2~3℃高かった(図3). これに対して, 湾内の動物プランクトンの出現時期や密度には大きな違いが認められなかった(図3). 動物プランクトンの湿重量は3月下旬から上昇はじめて4~5月にピークを示したのちに6月に入ると急激に減少した. 4~5月の動物プランクトンのピークに出現した優占種は小型カイアシ類の *Acartia hudsonica* であり, 本種が約60%以上を占めた.

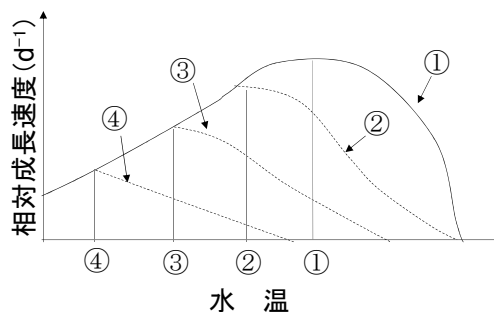


図2. 摂餌量を変化させたときの相対成長速度と水温の関係. 摂餌量は①>②>③>④であり, ①は飽食量摂餌した際の成長と水温の関係を表す. X軸上の①~④は対応する摂餌量において最大の成長となる水温を表す. 摂餌量が少なくなるほど, 最大の成長を示す水温は低くなる.

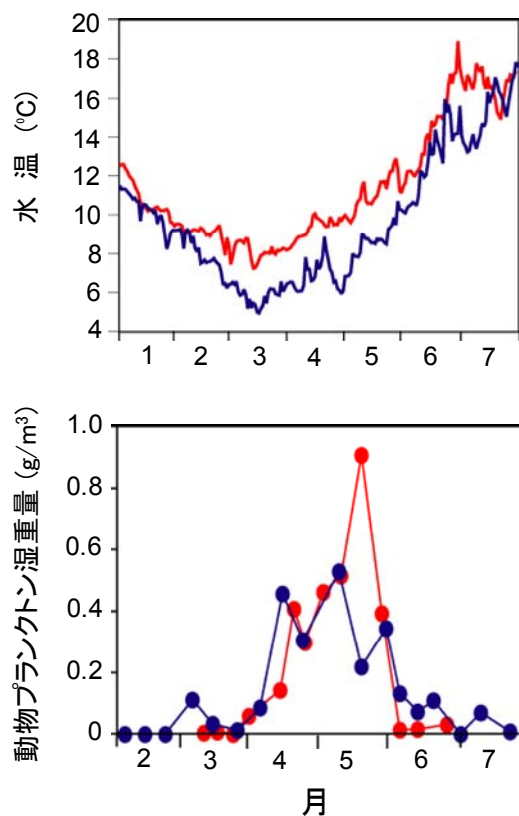


図3. 宮古湾内における水温と動物プランクトン密度の変化. 赤線は2007年, 青線は2008年の値を表す.

宮古湾ではサケおよびニシンの種苗放流が行われている. また, ニシンの自然産卵が認められる. 2007~2008年の2月中旬から5月中旬にかけて, 宮古湾に流入する津軽石川と閉伊川には毎年約6000万尾のサケが放流された. 一方, ニシン稚魚は2007年4月23日に29.4万尾, 2008年4月21日に42.6万尾がそれぞれ湾内に放流された. 湾内では2~6月にかけてサケ稚幼魚が確認された(2007年, 尾叉長FL: 36~100mm; 2008年, FL: 34~104mm). 両年とも採集数が多いのは4月中旬から5月までの時期だった. ニシン稚魚は

5月下旬～7月にかけて採集され(2007年, 全長 TL61～124mm; 2008年, TL52～90mm), このうち天然ニシンはごくわずかであった. 両年の採集状況から, 宮古湾では5月中旬以降にサケとニシンの稚幼魚が同所的に分布することが確認された(図4).

宮古湾内でサケとニシンが同所的に生息した5月中旬以降の両種の胃内容物を比較したところ, 両種の主要な餌生物は十脚目ゾエア(Thalassinidea/Caridea zoea), 尾虫類(Appendicularia), 小型カイアシ類(*Acartia omorii/hudsonica*)等であり, 湾内のサケとニシンの食性は類似することが明らかになった. また, 飼育実験では, サケ幼魚がニシン仔魚の潜在的な捕食者となることが確認された. そこで, 野外での捕食実態を解析した. 宮古湾に天然ニシン仔魚が出現すると考えられた4月中旬までの期間について, サケ稚幼魚の胃内容物中における魚類の出現状況を調べた. 分析の結果, 2008年に調べた97個体中2個体(2.1%)の胃内容物から仔魚(魚種不明)が1尾ずつ確認された. さらに眼球, 耳石, 魚卵と思われるものが発見された3個体(3.1%)を加えると, 2008年の検体に占める仔魚の出現割合は5.1%になった. 一方, 2007年の検体からは仔魚を摂餌した形跡は全く認められなかった. 以上の結果, 本調査ではサケ稚幼魚によるニシン仔魚の積極的な捕食は確認されなかった.

2年間の調査の結果, 少なくとも春季の宮古湾周辺ではサケ, ニシン, スケトウダラ稚幼魚が同所的に生息することが明らかとなり, これらの種について, 食性或成長などの基礎的知見を得ることができた. しかし, 本調査では湾内の小定置網に混獲された稚幼魚を標本として分析したことから, 宮古湾内におけるサケやニシンの出現状況や餌生物の競争あるいは捕食-被食関係について, 詳細に現状把握ができたとは言いがたい. 特に, 宮古湾に流入する津軽石川および閉伊川からは毎年3月までに2000万尾(両水系から放流される全放流数の約1/3に相当)ものサケ稚魚が放流されているが, 小定置網ではこの時期のサケがあまり採集されない. 3月の宮古湾には餌となる動物プランクトンが少ないことから, これら早期に大型サイズで放流されるサケ(岩手県で呼ぶところの早期群由来の種苗)の生息状況が気になりである. また, この時期は宮古湾内における天然ニシンの産卵・ふ化時期にも重なることから, 天然ニシン仔魚に対するサケの捕食も懸念される. 詳細については, 今後明らかにする必要がある.

### おわりに

本プロジェクト研究は, 先行研究が無いなか, 2年間の実施であった. そのため, 未完成な成

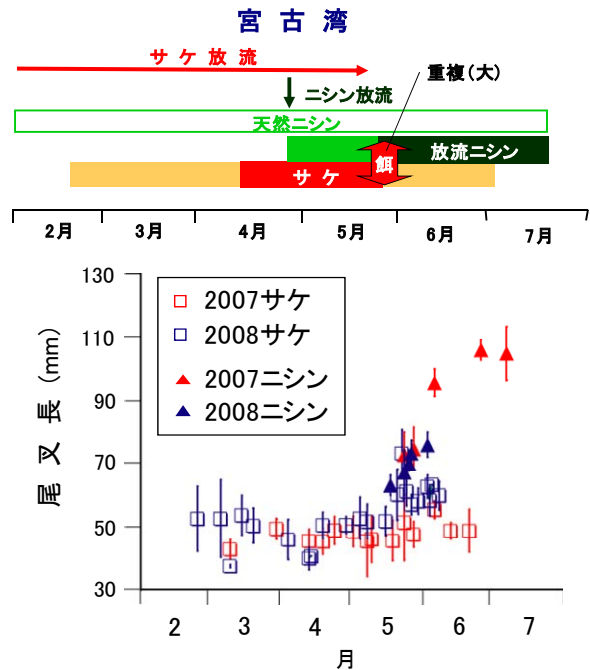


図4. 宮古湾内におけるサケ幼魚およびニシン仔魚の出現時期および尾叉長.

果が多いが, 本稿で紹介した成果以外にも, ニシン仔魚の成長の水温応答に関する飼育実験, サケ幼魚によるニシン仔魚捕食に関する飼育実験, 厚岸沿岸におけるサケ幼魚の食性および成長, 道東および三陸沿岸域における低次生産の経年変動と水塊の関係, 宮古湾における3魚種の順応的管理試案の作成など, 今後発展する可能性がある興味深い成果が得られた. 一部の課題は, すでに新たな研究課題に引き継がれて発展しているが, より多くの課題が今後新たな研究課題に発展することを願っている. また, 本プロジェクト研究の一つの目的として, 同地域に存在する水産総合研究センター諸機関による共同研究の推進があった. 本研究には北海道区水産研究所, 東北区水産研究所, さげますセンター, 宮古栽培漁業センターが参画した. 機関間の連携は各課題の実施において非常によく図られ, 研究設計会議および推進会議で浮かび上がった問題点に対して迅速な対応が図られた. 最後に, プロジェクト研究の推進にあたって貴重なコメントを頂いた福井県立大学の富永修教授, 研究に参画した各機関の研究者の方々, 野外調査に必要な特別採捕許可証の申請に際してお世話になった宮古漁業協同組合, 宮古湾におけるサケおよびニシン採集において全面的にご協力頂いた同漁業協同組合の山根幸伸氏にお礼申し上げる.

### 引用文献

Jobling, M. 1994. Fish bioenergetics. Chapman & Hall, London. 309 p.

## 耳石温度標識放流魚から得られた知見 その2(放流時期とサイズの検討)

たかばし ふみひさ  
高橋 史久 (さけますセンター さけます研究部)

### はじめに

さけますセンターでは、さけます類の個体群を代表する河川において、遺伝的特性を維持するためのふ化放流を実施しており、この地域個体群毎の資源状況を把握し、放流技術の高度化を図るため、耳石温度標識を用いた実証試験を行っています。この耳石温度標識は米国で開発されたもので、従来の鱗切り標識などと比べ、安全に大量に標識できるということで、1998年から導入し(浦和2001)、2006年以降は当センターから放流する稚魚の全数に付けられています。

前号では、この耳石温度標識から得られた知見として、北海道沿岸における標識魚の来遊状況と親と子の成熟時期の関係について紹介したところですが(高橋2009)、本稿では、放流時期と放流サイズの違いによる放流効果と幼稚魚の移動分布について、これまでに得られた情報を紹介します。

### 地域環境に見合った放流時期と放流サイズの検討

日本におけるサケ資源は、給餌飼育と適期放流の導入により大きく増大しました。この「適期放流」の考えを実証するために、これまで放流時期の沿岸域の環境や稚魚の生息調査とそれに併せて鱗切除標識による放流試験が行われています。

これら調査結果に基づき、現在は、放流開始時期を地先の沿岸水温が5℃となる時期を目安とし、放流サイズを魚体重1g以上で、沿岸水温が13℃になる時期までに沖合移動が可能なサイズとされる魚体重3g以上まで成長するように放流することが望ましいと考えられています。しかしながら、沿岸の水温上昇は年や海域によって大きく変動し、さらには地域により飼育条件も異なることから、事業運営の効率化を目指すためには、各海域の河川集団毎に適正な放流時期やサイズの検討が必要となります。

当センターでは、より効率的な放流手法を検討するため、1996年から2000年にかけて北海道全域の12河川で鱗切除標識法を用いた「増殖効率化モデル事業」(戸叶2007)のフォローアップ調査として、2001年度から飼育条件の異なるえりも以西海区の静内川及びオホーツク海区の徳志別川において、耳石温度標識を用いて、放流時期と放流サイズの違いによる放流効果を比較する実証試験を行いました(図1)。

#### 1) 放流時期の違いによる回帰率の比較

北海道の太平洋側(えりも以西海区)に位置する静内事業所は、事業用水の温度が12℃と高く、



図1. 放流時期と放流サイズの違いによる回帰効果試験を行った河川。

前期(9~10月上旬)採卵群を通常どおりに管理した場合、沿岸水温が5℃となる5月には魚体重が10gにも達します。このため、飼育水量や池の容積などの制約により、前期群の多くを適期前に放流することが余儀なくされています。そこで水温調整装置を用い、用水の温度を下げ、発生を抑制することで適期放流を可能とする手法(藤瀬2003)について、その有効性を検証するため、「放流時期の違い」による回帰効果を比較しました。方法としては、2001年10月9日採卵群を用い、水温を8℃に抑制した群と通常の水で管理した群を設け、通常区を2002年3月13日に放流体重約2.5g、抑制区を2002年5月30日に約2.7gで、それぞれに耳石温度標識を施して放流しました。その結果を河川回帰率で比較したところ、成長抑制を行い5月に放流した群(0.726%)は、3月に放流した通常群(0.063%)の約10倍の回帰効果が確認されました(表1)。

表1. 静内事業所から異なる時期で放流されたサケ稚魚の回帰率(2001年級、3-6歳魚(2004-07年)回帰を集計)。

区分	放流月日	放流数(千尾)	魚体重(g)	尾叉長(cm)	河川回帰数(尾)	河川回帰率(%)
抑制区	5/30	317	2.66	7.00	2,303	0.726
通常区	3/13	363	2.44	6.60	227	0.063

#### 2) 放流サイズの違いによる回帰率の比較

##### a 適期外での放流サイズの比較

2003年度においても静内事業所で水温調整装置を用いた成長抑制の有効性の試験を計画したところ、装置の不具合が生じ、試験区、対象区ともに適期前での放流が余儀なくされ、結果的に、約2.3gまで成長させた区と、約0.8gに成長抑制させた区の2群をそれぞれに耳石温度標識を付けて共に2004年3月12日に放流しました。

その回帰した親魚の耳石を確認したところ、河川回帰率は、抑制区が0.030%、通常区が0.038%となり、両者に大きな違いは認められませんでした。このことから、適期外放流では、放流サイズの大小に関係なく、放流効果が低いと考えられます(表2)。

表2. 静内事業所から異なるサイズで放流されたサケ稚魚の回帰率(2003年級, 3-5歳魚(2006-08年)回帰を集計)。

区分	放流月日	放流数(千尾)	魚体重(g)	尾又長(cm)	河川回帰数(尾)	河川回帰率(%)
抑制区	3/12	155	0.79	4.60	47	0.030
通常区	3/12	346	2.31	6.50	132	0.038

**b 適期内での放流サイズの比較**

北海道のオホーツク海に位置する徳志別事業所では、事業用水が5℃台と低いため、通常の管理では後期(11月以降)採卵群を適期内に適切なサイズまで成長させることができません。そこで、水温調整装置を用いて水温を上げ、成長を促進した区と通常区を設け、回帰効果を比較しました。

2000年11月6日の採卵群を用いて耳石温度標識を施し、通常区は約0.9gだったのに対し、促進区は約1.2gまで成長させて、2001年5月31日に放流しました。その結果、促進区は約0.367%、通常区は約0.171%となり、約2.1倍の回帰効果が確認されました(表3)。

表3. 徳志別事業所から異なるサイズで放流されたサケ稚魚の回帰率(2000年級, 3-6歳魚(2003-06年)回帰を集計)。

区分	放流月日	放流数(千尾)	魚体重(g)	尾又長(cm)	河川回帰数(尾)	河川回帰率(%)
促進区	5/31	653	1.23	5.30	2,397	0.367
通常区	5/31	659	0.90	4.90	1,129	0.171

**サケ稚魚の沿岸移動状況**

これまで、サケの稚魚の沿岸移動は、餌料動物プランクトンの現存量の多い海域が、時期が遅くなるに従って、南から北、或いは西から東に移っていくことに対応し、稚魚は餌料条件の良好な水域をたどる形で回遊していると考えられました(図2, 入江1990)。しかしながら、従来の鰭切除標識法などでは標識数やパターンが限られ、再捕される標識魚の数や情報が少なく、特に稚魚の分布移動や成長速度に関しては、十分な情報を得ることが出来ませんでした。

当センターでは、前述したとおり、2006年以降から放流される全てのサケ稚魚に耳石温度標識を施し、放流後の分布移動を把握するために沿岸域で稚魚の採捕調査を実施しています。

2006~08年までの調査結果では、太平洋岸の静内川や十勝川、釧路川で放流された稚魚が西側の白老沿岸に分布することなど、今まで知られて

いなかった放流後の稚魚の分布移動に関する情報が得られました(図3)。

このうち、静内川については、前述の実証試験の一環として、2004年10月8日採卵群を用いて、通常区を2005年3月11日に約2.6g、抑制区を5月30日に約2.3gで耳石温度標識を施して放流し、降海後の移動状況を調査しました。

その結果、3月11日放流群は5月16日~6月8日に白老沿岸で採捕され、5月30日放流群は白老沿岸では確認されず、放流後36日目の7月5日に東側の昆布森沿岸で採捕されました(図4)。

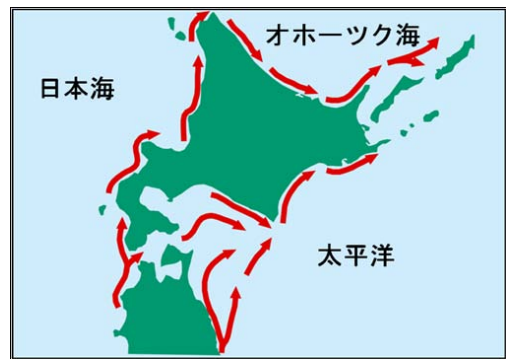


図2. 過去の試験結果から推定される日本系サケ稚魚の回遊経路(入江1990を改変)。

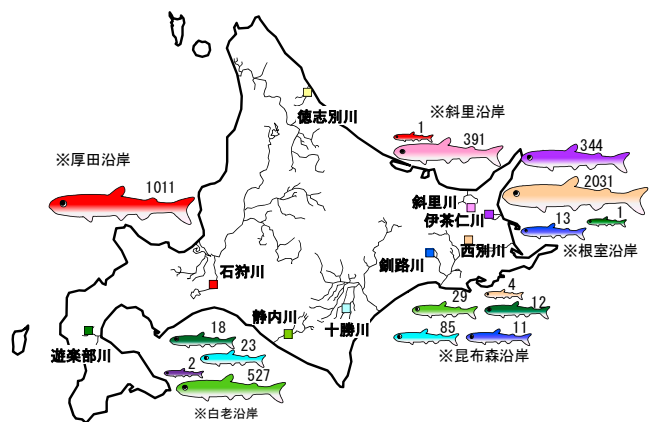


図3. 2006~08年におけるサケ耳石温度標識魚の放流後の沿岸域での採捕状況。数値は放流場所毎の3カ年の採捕数総計、※は調査実施海域。

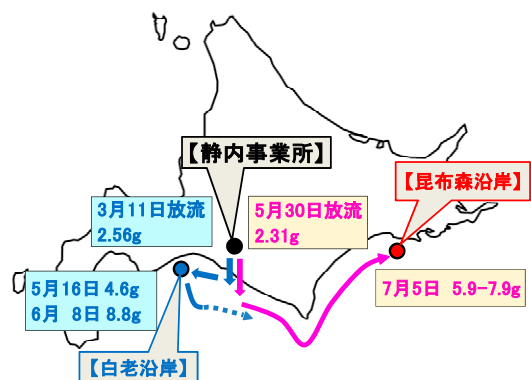


図4. 2005年春に異なる時期に放流された静内川起源耳石温度標識魚の放流後の沿岸域移動状況。

この結果から、3月に放流された幼稚魚は、水温の低い静内沿岸（1.7℃）から水温が高く生息に適した白老沿岸（3.3℃）へ移動したものと推察されました。また、採捕された幼魚の魚体重は3月放流群で4.6-8.8g（日間成長率 1.3-1.8%）、5月放流群では5.9-7.9g（日間成長率 2.6-3.4%）に達しており、水温が低い3月放流群の方が低い成長率を示しました。さらに、放流場所から再補場所までの海岸距離から1日当たりの移動距離を計算したところ、3月放流群で約2.5km、5月放流群では約7.6kmと5月放流群の方が早い速度で移動していました。

これら放流群の4年魚までの回帰効果を河川回帰率で比較したところ、3月放流群は0.046%、5月放流群が0.111%となり、明らかに3月放流群の回帰が低くなっています（表4）。沿岸域での稚魚の採捕調査では、3月放流群は東側の昆布森沿岸では採捕確認されておらず、白老沿岸で成長した後には沖合へ移動したのか、その後死亡したのかは明らかではありませんが、回帰結果と併せると、こうした移動経路の違いや成長率の差が生残率に影響しているものと推察されます。

表4. 静内事業所から異なる時期で放流されたサケ稚魚の回帰率(2004年級, 3-4歳魚(2007-08年)回帰を集計)。

区分	放流月日	放流数(千尾)	魚体重(g)	尾又長(cm)	河川回帰数(尾)	河川回帰率(%)
抑制区	5/30	348	2.31	6.70	386	0.111
通常区	3/11	360	2.56	6.80	164	0.046

### おわりに

耳石温度標識を用いた放流試験の回帰結果より、適期前と適期内の放流では、回帰率に大きく差があること、適期内放流では大型群ほど回帰効果が高くなることが実証されました。また、適期前の放流では放流サイズを大型にしても回帰効果は低いことが示唆され、回帰効果を高めるためには、特に「放流時期が重要」であると考えられました。

これらの結果から、適期放流が困難なふ化場では、ふ化用水の水温を人為的に調整し、発生をコントロールすることは、回帰効果を高めるためには有効な手法であると考えられます。

さけます類の生活史の中では、降海直後の沿岸帯泳期に最も大きな減耗が生じると考えられており、その時期の稚魚の分布移動や成長速度に関する情報を把握することは、放流手法を高度化する上では大変重要となっています。このため、さけますセンターでは、耳石温度標識を用い、地域個体群ごとの分布・移動状況を把握するとともに、生息環境が異なる地域での放流時期とサイズの違いによる放流効果や、支流への分散放流による放流効果などについて実証試験を行っています。

今回、紹介した実証試験の結果については、まだ標識魚の回帰が完了しておらず、現時点での途中経過を示したものです。今後の標識魚の回帰結果を踏まえた上で、適宜、紹介していきたいと考えています。

最後に、本試験を推進するにあたり御協力頂きました、さけます増殖団体、漁協関係者の皆様に改めて感謝申し上げます。

### 引用文献

- 藤瀬雅秀. 2003. 水温制御による発育コントロール. 魚と卵, 169: 25-32.
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究. 西海区水産研究所研究報告, 68: 99-106.
- 高橋史久. 2009. これまでの耳石温度標識魚から得られた知見. SALMON 情報, 3: 6-7.
- 戸叶 恒. 2007. 増殖効率化モデル事業. SALMON 情報, 5: 4-5.
- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識:技術と応用. さけます資源管理センターニュース, 7: 3-10.

## サケ卵のふ化率を向上するための採卵・採精及び受精に関する調査

ひらま よしのぶ<sup>\*1</sup>・みやうち やすゆき とかの こう しみず まさる<sup>\*2</sup> (日本海区水産研究所 調査普及課)

(<sup>\*1</sup> 現水産総合研究センター研究推進部、<sup>\*2</sup> 現さけますセンター千歳事業所)

### はじめに

本州日本海側の河川では、捕獲場で媒精水や吸水に必要な用水を確保できず、撲殺した親魚を数 km 離れたふ化場へ運搬してから採卵を行っている場合が多く見られる。この方法で得られた受精卵は、撲殺直後の親魚を用いた場合と比べて低いふ化率を示す傾向にある。ふ化率が低下する要因の一つとして、撲殺後の時間経過に伴い精子の質が劣化する可能性が指摘されている(戸叶 2008、平澤 2008、平間 2009)。ふ化率の低下を防止するためには、捕獲場で採捕した親魚をふ化場へ活魚輸送し、蓄養後に採卵に供する方法がある。しかし、本州日本海側の多くのふ化場では、親魚の蓄養施設や活魚輸送に必要な人員確保などが十分でないために、対応できない現状にある。

このような条件下では、受精に供する全ての親魚を活魚輸送・蓄養することは困難なことから、小規模の蓄養池を活用しながら少人数で作業できる効率的な採卵方法が求められている。これまでの研究から、ふ化率を向上させるためには排精から数日を経過したオスと排卵直後のメスを採卵に用いることが有効であることが判っている(戸叶 2008)。また、採卵に供するオス親魚の数は、メス親魚の 3 割程度が一般的である。そこで本試験では、捕獲場で採捕した親魚の中から、採卵に必要な数のオス親魚のみをふ化場へ活魚輸送して蓄養しておき、捕獲場でメス親魚から採取した卵をふ化場へ運搬し、蓄養池から取り上げて撲殺した直後のオス親魚の精子と受精させることで、蓄養施設等の体制が十分に整っていないふ化場でのふ化率向上の可能性を検討した。

### 材料と方法

オス親魚は 2008 年 10 月 14 日までに秋田県子吉川水系の石沢川捕獲場で捕獲後、5km 上流にあるふ化場へ活魚輸送して蓄養した。卵は 2008 年 10 月 15 日に石沢川捕獲場で排卵直後のメス親魚から採取し、発泡スチロールの箱に入れて石沢川ふ化場へ運搬した。運搬した卵はあらかじめ蓄養して十分に成熟させたオス親魚から採取した精子と受精させた(図 1, 2)。

なお、捕獲場で採取した卵をふ化場へ運搬し、受精、攪拌及び洗浄するまでに要した時間は 40 分であった。受精卵は水温約 13℃の地下水を注水した増収型アトキンス式ふ化器に收容した。11 月 11 日(積算温度 341.8℃)に收容卵の中から



図 1. 供試魚を捕獲及び採卵・受精した場所。



図 2. 軽トラックによる親魚の活魚輸送事例(上)、採取した卵を入れた発泡スチロール箱(下)。

1,699 粒を抜き出し、検卵後に別の増収型アトキンス式ふ化器に移した。その後、浮上までの死亡数と奇形魚を計数して、試験卵に対するふ化数、浮上数及び奇形数の割合(以下、ふ化率、浮上率及び奇形率と記す)を求めた。

## 結果と考察

試験卵のふ化率は 96.0%，浮上率は 95.4%，奇形率は 0.6%であった（図 3）。

今回の結果から、活魚輸送道具、蓄養施設及び作業員確保が不十分なふ化場では、捕獲直後のメス親魚からその場で卵を採取・運搬し、40 分以内に、あらかじめ活魚輸送・蓄養したオス親魚から採取した精子と受精させれば 95%以上のふ化率又は浮上率を達成できることが判った。この値は、石沢川ふ化場の 2005 年から 2007 年までの平均ふ化率 85.6%，平均浮上率 84.9%と比較すると約 10%も高い。

このように採卵と採精を別々の場所で行う方法は、捕獲するメス親魚が多くなっても捕獲場で媒精する作業が不要になるため、少ない作業員で、大量の卵の採取が可能となるが、採卵数が多くなるほど媒精までの時間が長くなることでふ化率が低下することが考えられる。広井（1978）は「無精卵をビニール袋に詰めて酸素封入し、放置後に媒精した場合、15 時間までは 97%以上の浮上率であった。」と報告している。また、魚体から採取した卵を放置した場合、浮上率を 90%以上に維持できる放置時間は、室温（約 10℃）で 39 分、氷冷で約 3 倍の 112 分であった（高橋ら 2010）。さらに、メス親魚を取り上げ後、そのまま放置した場合、室温で 120 分、氷冷で 240 分の放置時間でも 90%以上の浮上率を維持できたことが報告されている（平間 2009）。これらの調査結果も踏まえながら、各現場の条件に対応した手法を検討することにより、活魚輸送道具、蓄養施設及び作業員確保の不備・不足を補うことが可能となるであろう。

## おわりに

以上から、作業員の確保が困難で蓄養体制が十分に整っていないふ化場においては、ふ化率の向上を図るために、捕獲場で採取した卵を上流域にあるふ化場へ運搬し、ふ化場で蓄養したオス親魚から採取した精子と受精することは、有効な手段の一つであると考えられる。但し、1 回あたりの採卵数や運搬距離、捕獲場で確保できる作業スペースや作業員数などの条件に応じて、それぞれの現場に最適な手法を検討することが必要である。そのためにも、私たちは、これまでの調査結果等を踏まえ、「講習会」や「技術普及」を通じて、

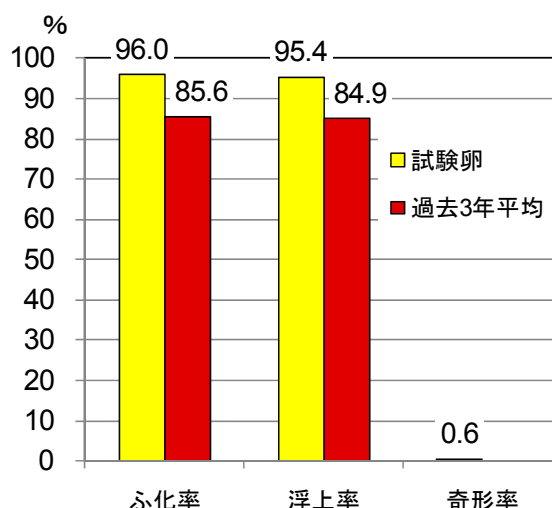


図 3. 供試験卵のふ化率、浮上率及び奇形率。

より最適な具体的手法の提案に努めていきたいと考えている。

本調査を行うに当たり、秋田県石沢川鮭鱒増殖生産組合の職員の皆様に、ご協力を頂きました。ここ深く感謝の意を表します。

## 引用文献

- 平間美信. 2009. オスを大事に扱えば受精成績は上がる—サケ精子の劣化試験から—. 日本海リサーチ&トピックス, 4: 10-11.
- 平間美信. 2009. メスを冷やせば受精能力は保持できる—サケ卵の劣化試験から—. 日本海リサーチ&トピックス, 5: 10-11.
- 平澤勝秋. 2008. 本州太平洋のふ化場の現状と改善に向けて. SALMON 情報, 2: 17-18.
- 広井修. 1978. サケ・マス類の卵および精子の保存に関する研究-3. サケ未受精卵および精子の無処理保存による稚魚産生率の変化. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 32: 19-26.
- 高橋悟・戸叶恒・高橋史久・伴真俊. 2010. 人工授精作業におけるサケ親魚や精子・卵の放置時間が浮上率に与える影響, 水産技術, 印刷中.
- 戸叶恒. 2008. サケ親魚の質が受精卵の発育過程に与える影響. SALMON 情報, 2: 6-7.



## さけます関係研究開発等推進特別部会

いしくろ たけひこ  
石黒 武彦 (さけますセンター 業務推進部)

### はじめに

本特別部会は、さけます類に関する研究開発等について、さけますセンターと関係行政・試験研究機関及び増殖団体等との情報交換を密にし、ニーズを把握して、相互の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ました。本特別部会には、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「さけます研究部会」、研究開発等の成果普及・情報交換とニーズの把握を行う「さけます成果普及部会」を設けています。平成21年8月4日に札幌市において、午前中を中心に水産庁、関係道県の試験研究機関、水産総合研究センター内関係部署等の17機関67名参加の下に「さけます研究部会」を、午後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66機関222名の参加の下に「さけます成果普及部会」を開催しました。

### さけます研究部会

さけますセンター野川所長の挨拶に続き、水産庁増殖推進部研究指導課の大久保研究管理官から最近の研究情勢についての情報提供をいただき、議事に入りました。

まず、参加9道県の10の試験研究機関及び水産総合研究センターの平成21年度さけます関連調査研究計画について情報交換を行いました。また、各試験研究機関が行う平成21年度の標識放流計画について報告するとともに、参加機関以外の計画を加え標識魚再捕者に対して迅速な情報提供を行うことが確認されました。

次に、平成20年度のサケ来遊数減少を受け、その減少要因を解明するため、北海道大学、北海道立水産孵化場、岩手県水産技術センターと連携して取りまとめた結果を報告し、参加した機関との意見交換を行いました。また、当面の対応策として、海況情報、特に、極沿岸域の水温データの

共有化と迅速な公表のための連携強化、海況の異変に対応したリスク分散型の稚魚放流の方向性が確認されました(図2)。

昼食後に再開された部会では、昨年度に継続課題となっていた「さけますモニタリング情報の利活用」について検討を行い、さけますセンターから、各機関が収集しているモニタリングデータのうち、重要性が高くデータの共有化を図るべき項目のリストを提案し、了承されました(表1)。今後は、共有するデータのフォーマット、共有方法、利用規則等について、さけますセンターが中心となり検討を進めていくことが確認されました。

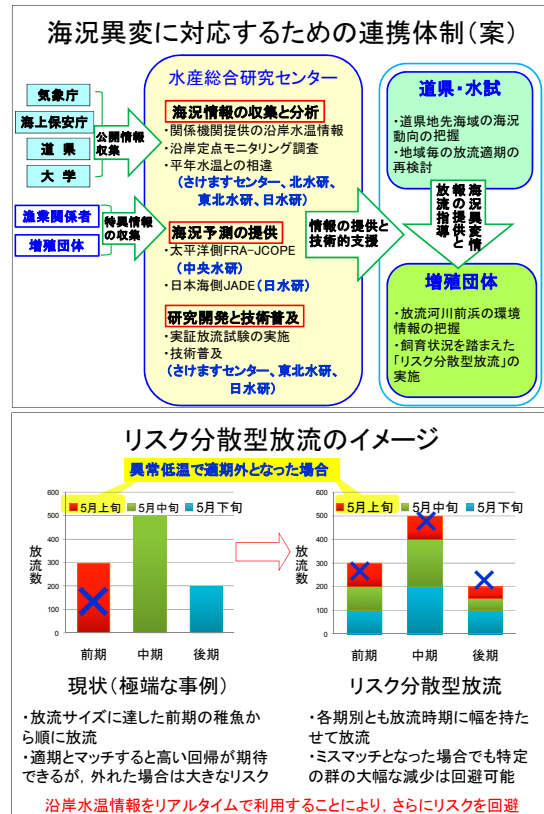


図2. 研究部会です承された当面の対応策。



図1. さけます研究部会会議風景。

表1. 共有化が予定されているデータのリスト。

データ種類	内容
河川捕獲数, 採卵数	河川別, 雌雄別, 旬別
放流数	河川別, 旬別
沿岸漁獲数量	旬別, 地区別 (又は漁協別)
サケ年齢組成	調査河川別, 雌雄別

### さけます成果普及部会

水産総合研究センターの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栽培養殖課の大角課長から挨拶を頂き（図4）、議事に入りました。

「平成20年のサケ来遊資源の減少をどう考えるか」と題し、さけますセンターから、平成20年度のサケ来遊数減少要因について関係機関との検討を行った中間報告として、①降海直後の低水温による沿岸での減耗、②沖合域での初回越冬期における高水温による減耗、③母川回帰年のベーリング海での索餌回遊期の低水温及び千島列島周辺の回帰回遊時の高水温による影響の可能性についての知見を報告しました（図5）。また、当面の対応策として、道県試験研究機関等と連携し、海況情報、特に、極沿岸域の水温データを迅速に公表することを報告するとともに、海況異変に対応したリスク分散型の稚魚放流実施の検討を提言しました。

次に、さけますセンター研究開発課題の成果報告として、「耳石温度標識放流魚から得られた新たな調査結果」と題し、耳石温度標識放流魚の追跡調査から明らかになってきた、①沿岸域での稚魚及び親魚の移動分布に関する新たな知見、②放流時期及びサイズの違いによる回帰率の違いに関する新たな知見について報告しました。また、「日本系サケの地域集団」と題し、近年開発された鋭敏な遺伝マーカーである一塩基多型（SNP）を用いた分析の結果、過去に行われたアロザイム分析による地域集団の存在が再確認され、地域集団毎の資源管理に向けて精度が高い強力なツールを得られたことを報告しました。さらに、「耳石温度標識でわかったサクラマス放流魚と天然魚」と題して、サクラマス増殖河川における耳石温度標識放流魚の追跡調査の結果、増殖河川においても天然魚の占める割合が高く、資源回復のためには自然再生産の実態を明らかにすることが重要であることを報告しました。

最後に、本特別部会及びさけますセンター業務に対する要望及び意見交換の場を設けました（図6）。事前に提出された要望及び意見として、岩手県久慈地方振興局から、さけます担当の道県水産業普及指導員向けの研修会の開催についての要望が出されており、さけますセンター担当部署から、東北水研と日水研の調査普及課では研修会を、さけますセンターでは実習を含めた研修員の受入れをそれぞれ実施しており、具体的な研修課題を提案してほしいと回答しました。また、会場では、（社）岩手県さけます増殖協会から、サケの来遊不振が続く中で技術的な改善に向けた成果を期待していたプロジェクト研究が本年度で打ちきりとなり、残念であるとした上で、①宮古栽培漁業セ



図3. さけます成果普及部会会議風景。



図4. 来賓挨拶：水産庁大角栽培養殖課長。



図5. 来遊資源の減少に関する発表風景。



図6. 要望、意見交換の場面。

ンターに整備されるさけます施設での研究開発計画、②三陸地方における水研センターの耳石標識放流の継続について質問が出され、③成果について、岩手県のさけます関係者に聞かせる機会を設けて欲しいとの要望が出されました。さけますセンター担当部署からは、プロジェクト研究は不本意ながら当初の5年計画が3年に短縮されたが、これまでの成果や今後の進め方について、岩手増協には後日説明したいとした上で、①宮古栽培漁業センター内のさけます施設は東北地方での研究開発の拠点とし、淡水、汽水、海水を導水できる水槽室や耳石温度標識装置を配置したふ化室の整備を計画しており、②サケの生活史全般にわたる飼育試験や、耳石温度標識による実証放流を通じて、ふ化放流技術の高度化を進める計画である、③得られた成果は技術講習会等の機会に民間ふ化場や漁業関係者に情報提供すると回答しました。さらに、山形県鮭人工孵化事業連合会から、①月光川から放流された耳石標識魚に関する採捕情報の提供の要望、水産庁補助事業「広域連携さけ・ます資源造成事業」に関連し、②日水研調査普及課の仲介で始まった北海道のオホーツク海沿岸漁協との交流の継続、③広域的な民間団体の連携によるメジカ増産に特化したふ化場の整備計画への助言の要望が出されました。さけますセンター担当部署からは、①月光川からの耳石標識魚の放流は平成22年度までの3年間を予定しており、標識魚の採捕情報は適宜お知らせする、②この会場でも北海道と本州の関係者が情報交換をしており、民間レベルの交流が活発に行われていた。これは「広域連携さけ・ます資源造成事業」の最大の成果であり、水研センターとしても技術的な支援に努めるので、民間交流を一層進めてほしいと回答しました。

### アンケート結果

本特別部会の参加者を対象に、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」53%、「まあまあ」44%、「あまり」または「いいえ」3%で、「配付資料は役立つ内容でしたか」に対し、「はい」56%、「まあまあ」48%、「あまり」または「いいえ」1%の回答でした。「平成20年度サケ来遊数の減少をどう考えるのか」での「リスク分散型放流」の提言や「耳石温度標識放流魚から得られた新たな調査結果」について、現場に即した「役立つ内容」であったとの意見が多く寄せられる一方、放流時期の沿岸環境に関する迅速かつ確実な情報提供の要望が出ています。また、今回、減少要因の把握に至らなかった日本海側のサケ資源に関する研究開発の展開等の要望が出されました。

### おわりに

本特別部会の参加者及びアンケートの意見等を踏まえ、次回以降も多くの関係機関の参加の下に、情報交換及び十分な議論ができるよう改善を図りたいと考えています。

平成20年のサケ来遊数の減少を教訓に、本特別部会で提言した「リスク分散型放流」の実施については、今後の資源の安定化を進める上で重要な方策と考えています。しかし、この放流実施の判断には海況情報を民間増殖団体等へ迅速かつ確実に提供する体制が必要となります。「さけます研究部会」でその連携体制が確認されましたが、広域的な沿岸海域及び放流河川地先の水温データをリアルタイムに収集するには、関係試験研究機関等の連携協力が不可欠と考えています。また、モニタリングデータの共有化については早急に検討を進め、関係試験研究機関の有機的な連携によるデータ収集とその活用を進めたいと考えていますので、今後とも皆様のご協力をよろしくお願い致します。

## 2009年北太平洋溯河性魚類委員会年次会議の概要

ながさわ とおる  
永沢 亨（さけますセンター さけます研究部）

北太平洋溯河性魚類委員会（NPAFC）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、ロシア及び米国の5カ国が加盟している。2009年11月2日より6日まで、新潟コンベンションセンターにおいて第17回NPAFC年次会議が開催された。日本からは、岡本純一郎北海道大学教授及び坂本水産庁国際課総括の政府代表の他、開催国と言うこともあって総勢40名が参加した。本会議に加え、科学調査統計小委員会（CSRS）、取締小委員会（ENFO）と財政運営小委員会（F&A）が開かれた。CSRSには、カナダ6名、日本22名、韓国5名、ロシア12名、米国18名、オブザーバー3名が参加した。ここでは筆者の出席したCSRSの討議概要を紹介する。

### 資源動向と放流数

各国が提出したさけます統計データによると、2008年における太平洋さけます類の漁獲量は約77万トンで100万トンを越えていた2007年に比較すると大きく減少した。この減少は主にカラフトマスの豊漁年／不漁年の関係によるもので、他の魚種での漁獲量減は明瞭ではない。ベニザケ、カラフトマス、サケの主要3種で漁獲量全体の96%を占めており、全体としては高水準を継続している。アラスカでは予測を上回る漁獲であったのに対し、カナダでは記録上最低の漁獲となり、地域による好不漁の差が大きくなりつつある。また、2009年の漁獲量についても若干の意見交換がなされたが、ロシアでのカラフトマス漁獲量が42万トンを越えており、2009年のさけます類全体の漁獲量も史上最高値を更新する見込みであることが話題となった。

2008年の北太平洋におけるさけます類の総放流数は51億2千万尾で前年（50億4千万尾）よりも若干増加した。このうち日本からの放流数はほぼ一定となっており20億尾である（詳細については30頁の統計データを参照）。

### 科学ドキュメントの検討

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が行われた。昨年度にBASISのシンポジウムが行われた関係もあり、新規性の高いドキュメントは少なかったが、話題は気候変動とさけます類の資源変動がどう関わっているか？地球温暖化がさけますの資源にどのような影響を与えているのか？という点に集中していた。各国から



図1. 会場となった朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター。



図2. 年次会議本会議。



図3. 科学調査統計小委員会（CSRS）。



図4. CSRSに参加した筆者ら日本側研究者。

提出された科学ドキュメントやNPAFC出版物は、NPAFC のホームページ (<http://www.npafc.org/>) で閲覧やダウンロードできる。

### 作業部会

科学調査統計小委員会 (CSRS) には、個別の議論を深めるために科学委員会 (SSC) の他に、資源評価作業部会、さけます標識作業部会 (主に耳石温度標識の調整管理を担当)、系群識別臨時作業部会、BASIS (ベーリング海・アリューシャンさけます国際共同調査) 作業部会、さけます外部標識作業部会 (主に公海域での標識放流の調整を担当) の5つの作業部会が存在している。これら作業部会でのトピックをいくつか取り上げてみよう。

現在、科学委員会には2011~2015年のNPAFC新科学計画作成に関する議論を行い、次回(2010年)年次会議において計画を提出するという任務が課せられている。次回、2010年春に開催される調査調整会議ではこの新科学計画作成が主要議題となる。

BASIS 作業部会では2008年に行われたシンポジウムのプロシーディングについて紹介された。発表内容は査読手続きを経て現在NPAFC Bull No5として33編の論文として掲載されている。冊子でも配布予定だが、電子版は既にNPAFCのサイトで閲覧可能で、PDFファイルもダウンロードできる ([http://www.npafc.org/new/pub\\_bulletin5.html](http://www.npafc.org/new/pub_bulletin5.html))。

最終日の本会議では、さけます外部標識作業部会により共同調査による標識魚の再捕報告に対する謝礼のくじ引きが行われた。これは、標識魚の再捕報告率の向上を目指し、NPAFC タグを付けて沖合域で放流したさけます標識魚の再捕報告者の中から抽選で賞を出そうというシステムである。抽選の結果、1等は日本の北海道の漁業組合が、2等はロシア漁業者が、3等はアメリカ合衆国の漁業者が獲得した。

### 出前授業

年次会議終了後、来日した米国・NOAA の Edward V. Farley, Jr.博士と日本海区水産研究所調査普及課の北口裕一係長をメイン講師として11月6日に新潟市立松浜小学校において5年生を対象としたさけについての出前授業が行われた。この小学校は総合学習の一環としてさけについて学習していることからこの運びとなった。児童の代表からも学習成果の一端をまとめた発表もあったが、日本系サケが遠くベーリング海やアラスカ湾まで回遊することなどをしっかり学んでいたこと



図5. CSRSの議長を務めた石田東北水研所長と浦和事務局次長。



図6. TAG 標識再捕者への賞金当選者の抽選。4才の男の子がくじを引いて当選番号を読み上げた。



図7. 出前授業の講演を聞き質問する児童。

が印象的であった。Ed. Farleyさんの発表は彼がなぜさけます研究者の道を目指したか?を含む発表で、講演後はたくさんの質問が寄せられた。中には講師がたじたじの質問もあり、将来この出前講義受講者の中からさけます研究を背負って立つ人物が出てくるのでは?などと想像がふくらんだ内容だった。

## 旭川でサケ稚魚 50 万尾を放流—石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験—

鈴木 栄治 (さけますセンター さけます研究部)

### はじめに

平成 21 年 3 月 25 日、さけますセンターでは「石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験」として、石狩川上流域の支流である愛別川と忠別川に、当センター千歳事業所で生産したサケ稚魚を各 25 万尾放流しました (図 1)。

この試験は、石狩川上流域におけるサケ天然資源の回復を図りつつ、人工ふ化放流と天然産卵を組み合わせた持続的な再生産管理方策を検討するため、旭川市周辺でサケ稚魚の放流活動を行っている「大雪と石狩の自然を守る会」等の市民団体の協力のもと、平成 20 年度から開始したものです。

今回は、本試験を開始する背景や具体的な内容等について、紹介します。

### 試験を開始する背景

我が国のサケ資源は、北日本の沿岸漁業と地域経済を支える重要な漁業資源で、そのほとんどが人工ふ化放流により支えられており、放流を継続的に行わない限り資源を維持することは困難です。一方、さけます増殖事業については「第三次生物多様性国家戦略(平成 19 年 11 月 27 日閣議決定)」で、生物として持つ種の特性と多様性の維持、天然魚との共存を明記していることから、天然魚を有効に活用した事業展開が重要となります。

石狩川のサケについては、過去において、本流上流部の旭川市周辺まで遡上し産卵していた記録が残されております。昭和 37 年まで深川市音江の石狩川本流においても、当時のふ化場(国営事業所)から稚魚の放流が行われていましたが、現在は、支流の千歳川のみで行われています。

また、石狩川流域の札幌市、恵庭市、岩見沢市、旭川市などでは 1980 年以降市民団体等が教育、文化等を目的としたサケ稚魚の放流を行っており、頭首工への魚道設置等により上流域への親魚の遡上や天然産卵も確認されています。

このような情勢を踏まえ、さけますセンターとしては、石狩川上流域をモデル地区に、「石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験」を開始することとしました。

サケは産卵受精時期に合わせて母川に回帰する習性があることから、河口から約 150 km 上流でのサケ再生産が可能になれば、沿岸域では成熟度合が進んでいない質的に優れたサケの漁獲が期待されます。このことから、石狩川本流の河川生産力を有効に活用した増殖を行うことによりサケ資源の安定的な維持に加えて、漁業資源の質的向上にも貢献できるものと考えています。

### 放流場所の選定と計画説明会

平成 21 年春に石狩川上流域から石狩川産サケ稚魚 50 万尾を輸送放流することを目的に、天然産卵が可能な場所及び稚魚の放流場所について、市民団体の協力のもと、平成 20 年 6~11 月に事前調査を行いました。

調査は「旭川市博物館研究報告」や「北海道鮭鱒ふ化放流事業百年誌」等の地域情報を踏まえ、石狩川本流及び支流の忠別川を選定し、天然産卵が可能な場所を把握するため、いくつかの定点で連続水温観測を行いました(図 1)。

その結果、石狩川本流(当麻町と比布町の境)の麻布橋定点の分流は本流と異なり水温変化が少



図 1. 千歳事業所と放流地点及び水温調査地点の位置。

なく、サケの天然産卵に適した湧水又は伏流浸透水の存在を確認しました(図2)。

しかし、忠別川(旭川市)緑東大橋定点の分流は本流と同じ水温変化を示し、湧水系又は伏流浸透水の存在を確認できませんでしたが(図3)、忠別川には過去にふ化場が設置されサケの捕獲実績があること、支流上流域の河床は砂礫構造であることなどから、この河川もサケの天然産卵に適していると判断しました。

以上の結果をもとに、水温観測定点の上流域で春季積雪量等輸送放流の可否を確認し、石狩川本流の定点付近では「支流愛別川」、忠別川の定点付近では「支流ポン川」を放流場所としました。また、本試験の円滑な実施に向け市民団体や関係機関との連携を図るために、平成20年12月には旭川市民など50名を集めた「計画説明会」を開催し(図4)、理解と協力を求めるとともに、水温観測結果等について報告しました。

## 試験計画の概要

### (目的)

石狩川本流上流域におけるサケ天然産卵資源の回復を図りつつ、人工ふ化放流及び天然産卵の組合せによる持続的な再生産管理方策を検討する。

### (方法)

#### ①稚魚放流試験

試験期間：平成21年3月～23年3月(3年間)

放流数：サケ稚魚50万尾

供給場所：千歳事業所

標識：全数耳石温度標識、一部鰭切除標識

#### ②回帰親魚調査

調査期間：平成23年10月～27年12月

調査場所：深川市農業用頭首工の魚道、放流場所周辺

調査内容：回帰親魚数の把握、天然産卵床の数、産卵後親魚(ホッチャレ)の標識の有無の確認、天然産卵状況の把握

#### ③天然産卵稚魚調査

調査期間：平成24年3月～28年3月

調査内容：天然産卵が確認された場所における稚魚の分布・成長の調査、天然再生産の可能性の検討

### (協力団体)：

大雪と石狩の自然を守る会、北海道サーモン協会

## 初年度における稚魚放流と市民団体等の協力

平成21年3月25日、愛別川と忠別川に放流したサケ稚魚は、当センター千歳事業所で飼育された尾又長4.5cm、体重0.79gの稚魚で、約200kmの距離を輸送し、放流しました。

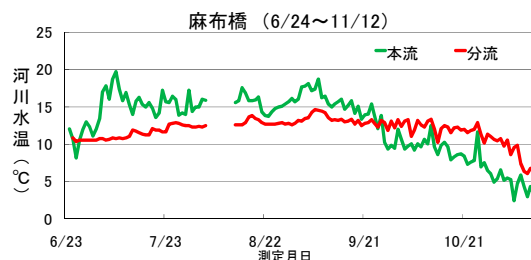


図2. 石狩川本流(麻布橋定点)の水温変化.

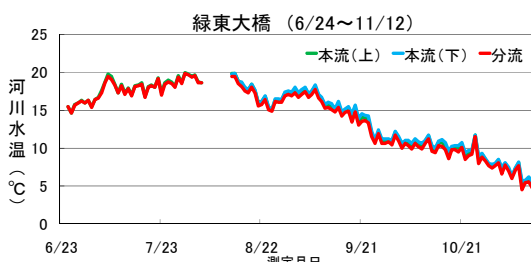


図3. 忠別川(緑東大橋定点)の水温変化.



図4. 旭川市で開催した「計画説明会」.



図5. 忠別川の放流に集まった多くの市民団体や地域住民.

忠別川での放流には、多くの市民団体や地域住民の方々にお集まりいただきました(図5)。市民団体「大雪と石狩の自然を守る会」から、本試験を支援する「サケサポーター」の参加呼びかけ

が行われ(図6),この時点で既に100人の登録がありました。

また,今回放流したサケ稚魚50万尾のうち,30万尾には鰭切除標識を施していますが,その標識作業にも体験学習で参加する等,旭川市周辺のサケ資源回復に対する市民の関心の高さを強く感じます。

放流したサケ稚魚を沿岸で確認

さけますセンターでは放流魚にすべて耳石温度標識を施しており,この標識によって石狩川上流域から放流したサケと特定できます。平成21年4月30日,当センター千歳事業所が石狩川河口付近に位置する石狩市厚田沿岸で行った幼魚採集調査(図7)において採捕したサンプルから,本試験で放流したサケ稚魚を2尾確認しました。

採捕された放流魚のサイズはそれぞれ尾叉長6.4cm,5.7cm,体重2.07g,1.46gで,放流時から魚体重で約2~3倍にも成長し,河口から約150km上流に放流したサケ稚魚は,およそ1ヶ月後には沿岸に到達していることが確認できました。

今後は,採捕された放流魚の耳石を更に解析し,海水移行時期の推定や河川及び沿岸での成長率を分析する予定です。

おわりに

さけますセンターは,日本の地域個体群(=系群)を代表する河川で遺伝的特性を維持するためのふ化放流を行っています。石狩川もその一つで,遺伝的特性を高度に維持するには自然産卵の活用が不可欠となっています。今回紹介した試験は,石狩川という大河川の支流を有効に活用し,かつて自然再生産を行っていた「旭川のサケの復活」をめざす新たな取組です。平成28年までの8年間に及ぶ試験となりますが,「河川生産力の有効活用」「天然資源の回復」「市民団体との連携」をキーワードとして本試験に取り組んでいきたいと考えています。

あなたも さけサポーターに! 募集!

● 募集を目的として  
● 募集で記録を  
● どのくらいか  
● どのくらいか  
● 申し込み

大雪と石狩の自然を守る会  
Nishino Conservation Society of Mt. Daisetsu and the Ishikari

図6. さけサポーターの募集ちらし。



図7. 厚田沿岸での幼魚採集。

最後に,本試験の開始に当たり,事前調査や計画説明会の開催などにご協力を頂いた「大雪と石狩の自然を守る会」,ご指導・ご助言を頂いた旭川開発建設部旭川河川事務所,北海道上川支庁,旭川市,愛別町,東神楽町などの関係各位に感謝申し上げますとともに,今後の本試験実施に対する協力を引き続きお願いいたします。



## 帯広事業所が取り組む業務の紹介—幼稚魚生息環境モニタリング—

おおめき つとむ  
大貫 努 (さけますセンター 帯広事業所)



周囲の森に群生するオオバナ  
エンレイソウ (左).  
十勝川水系札内川支流ヌップ  
ク川 (右).

森に囲まれた帯広事業所 (奥  
に見える建物) (左).  
ふ化放流事業の功績記念石碑  
(右).

### はじめに

北海道の中央に聳える大雪山系や日高山脈の東側裾野に広がる大平原の中央部に人口約17万人の帯広市があります。帯広事業所は帯広市南部にある大正町の閑静な場所にあります。

大平原十勝平野は畑作地帯ですが、事業所の周囲には帯広市の自然環境保全地区に指定されている原始林と間違えてしまいそうなハルニレ、ミズナラ、カシワ等の大きな樹木に囲まれた森があります。

この森にはエゾリスやエゾモモンガが住み、春にはフクジュソウやエゾエンゴサク、初夏にはニリンソウやオオバナノエンレイソウ等の野草も美しく咲き乱れます。

事業所の側をかつては清流日本一にも輝いた十勝川水系札内川の支流ヌップク川が流れ、マガモの親子が並んで泳ぐ姿も見られます。この川の中には清流の証であるバイカモやクレソンが茂っており、その間を大型のニジマスが優雅に泳ぐ姿は観る者の心を和ませてくれます。

帯広事業所の前身である帯広ふ化場(当時は民営)は、製糖工場の汚水問題により昭和4年に現在地に移転して来ました。それ以前の十勝川におけるサケのふ化放流事業は明治28年にここヌップク川で開始されようとしたのですが、1度も放流を行わずに施設が落雷焼失したと言う経緯もあり、事業所構内にはさけますふ化放流事業の功績を記念した石碑が建立されています。この石碑の裏書きには「幾多の辛苦に堪え昭和十七年に至り鮭鱒

増殖の基礎定まるを祝して企画作成し之を永く後世に伝える」と刻まれており、ふ化放流事業の先人達の苦勞が偲べれます。

### 業務の紹介

帯広事業所で実施する主な業務は①さけます類の効果的生産技術の開発、②モニタリング、③技術普及に大別されます。

帯広事業所の職員は6名ですが、西端は襟裳岬に近い広尾町から東端は霧多布岬のある浜中町と海岸線で313kmにも及ぶ広いエリアを受け持ち、十勝川水系に位置する十勝事業所と釧路川水系に位置する鶴居事業所と分担しながら業務を実施しています。さらに、(社)十勝釧路管内さけます増殖事業協会(以下、管内増協と記す)、地元の漁業協同組合、漁業者、北海道の試験研究機関や行政機関等とも協力、連携しながら業務を進めています。

紙面の制約上、今回はさけ類及びます類のモニタリングの一つである“幼稚魚生息環境モニタリング”(幼稚魚河川分布調査と幼稚魚沿岸分布調査)について紹介します。

平成21年の春には、十勝事業所から個体群維持のため、十勝川へ約15,300千尾のサケ稚魚を放流しました。また、鶴居事業所では資源状況等を把握するため、釧路川に約9,100千尾のサケ稚魚と約50千尾のベニザケ幼魚(降海型)を放流しました。両事業所から放流する全てのサケ稚魚には耳石温度標識を施しています。

## 1. 幼稚魚河川分布調査

十勝川と釧路川に放流されたサケ稚魚やベニザケ幼魚の河川内での生息環境や降下状況を把握することを目的にそれぞれの河口で幼稚魚河川分布調査を実施しています。

曳網を用いるさけます幼稚魚調査では、地元の漁業協同組合やサケ定置業者から用船し、サケ定置漁業部会や管内増協からも労力の提供をいただいで実施しております。平成21年の採捕状況や目視観察によると、サケ稚魚の最終的な降海時期が昨年に比べ一旬程度早くなっていました。これは、釧路や十勝地区ともに6月の降水量が昨年の約3倍と非常に多かったことも一つの要因と推測されます。

今年度のトピックスとしては、鶴居事業所から放流したベニザケ幼魚を新釧路川の河口で採捕できたことがあげられます。ベニザケは放流数が少ないため、河口調査での採捕は難しいのですが、今年は2尾の放流魚を採捕することができました。この貴重な2尾は、川を下るベニザケ幼魚の生理状態を把握する調査に供しました。また、十勝川の河口では平成16年から18年にかけてブラウントラウトの幼魚も採捕されました。

## 2. 幼稚魚沿岸分布調査

沿岸域におけるさけます幼稚魚の生息環境や分布状態を把握し回復資源評価の基礎資料にすることを目的に、トキシラズで有名な釧路町昆布森沖で幼稚魚沿岸分布調査を実施しています。

昆布森来止臥（きとうし）の陸から沖に0.4 km 1.3 km 3.5 km 7.8 km地点の4カ所に定点を設け、鉛直水温測定やプランクトン採集等の海洋観測と2艘曳網を用いたさけます幼稚魚の採捕を実施しています。また、2艘曳網の調査にあたり、地元のサケ定置業者から用船し、サケ定置漁業部会から労力の提供をいただいでいます。

平成21年の調査では、昆布森沖で採捕したサケ幼稚魚の中に鶴居と十勝事業所から放流した耳石温度標識魚だけでなく、遠くは岩手県片岸川等、他の地区から放流された標識魚も確認されました。

これらの調査結果については、随時、さけますセンターのホームページに速報として公開するとともに、帯広事業所が開催するふ化放流技術者講習会や、漁業関係者が主催する勉強会等を通じて地域の漁業者や増殖団体、行政機関等に報告しています。

## おわりに

幼稚魚生息環境モニタリングについては長期間のデータの蓄積が必要であり、また各放流群の回復状況とも関連づけて解析する必要があります。そのため、短期間で研究開発の成果や増殖事業へのフィードバックにつなげることは困難ですが、調査結果についてはこれまでと同様に迅速にお伝えしていきたいと考えております。

関係機関の皆様におかれましては、当センターの業務に御理解いただき、今後とも御協力賜りますようお願い申し上げます。



サケ科魚類のプロファイル-8

## ブラントラウト

はせがわ こう  
長谷川 功 (さけますセンター 日本学術振興会特別研究員)

ブラントラウト (*Salmo trutta*, brown trout) は、サケ科サルモ属に分類される。本種の外見上の特徴としては、個体差は大きいものの、その名が示すとおり茶色っぽい体色が挙げられる。また、朱点を持つ日本の在来サケ科魚類は数種類いるが、本種は朱点が比較的明瞭な白線で縁取られる点で異なる (図 1)。当歳魚は、しばしばイwana (アメマス) と誤認されるが、本種には茶色い点があり、脂鱗が赤っぽく縁取られることで区別できる (図 2)。河川でも全長 40cm 以上と大型に成長することも、イトウを除く日本の在来サケ科魚類にはあまり見られない特徴といえる。

### 分布

ヨーロッパから西アジア周辺が自然分布域であるが、スポーツフィッシングの好ターゲットとして世界各地に移殖され、現在では、北アメリカを中心に日本やニュージーランドなどにも分布している (図 3)。日本国内では、北海道の南西部、栃木県中禅寺湖や長野県梓川などで分布及び自然繁殖が確認されている (帰山 2002)。

### 生活史と生態

本種には、河川や湖沼といった淡水域に生息する個体だけでなく、降海する個体もいる。淡水域では、他のサケ科魚類同様、落下昆虫や水生昆虫を主に捕食する。また、成長に伴い魚食性を示すようになり、筆者の観察によると全長約 20cm 以上になる頃から魚類も捕食する個体があらわれる。産卵期は、日本国内では 11 月から翌年 1 月である。



図 1. 石狩川水系千歳川の支流で捕獲したブラントラウト。同一河川内でも体色や朱点の数・大きさは個体によって様々である。



図 2. ブラントラウト (上)、アメマス (下) の当歳魚。一見、判別に戸惑うが、茶点の有無、脂鱗の色が見分けるポイント。

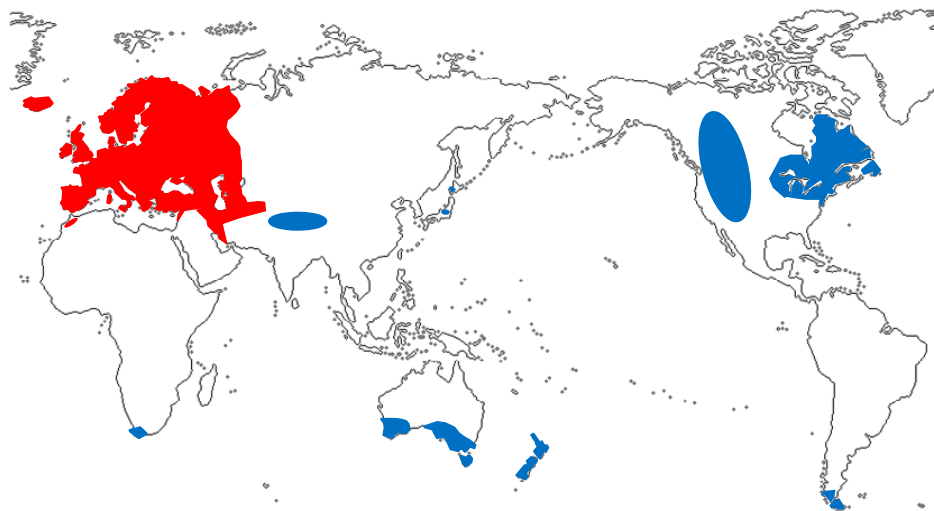


図 3. ブラントラウトの分布域。赤は自然分布、青は移殖による分布を示す。

### 在来種への生態的影響

本種は、種間競争・捕食・交雑といった種間関係を通して、在来種の個体数減少を招くことから、国際自然保護連合 (IUCN) によって、「世界の侵略的外来種ワースト100」に挙げられている (Lowe et al. 2000)。とりわけ、近縁の在来サケ科魚類への影響が懸念されており、研究例も多い。

河川に生息するサケ科魚類が在来種から本種に置換した例 (北アメリカ東部のブルックトラウト、同西部のカットスロートトラウト、北海道のアメマスなど) が各地で報告されている (Fausch and White 1981, 鷹見ら 2002, McHugh and Budy 2006; Hasegawa and Maekawa 2008a)。その原因として第一に挙げられるのが種間競争である。河川棲サケ科魚類における在来種と外来種は類似したニッチ (生息場所や餌などの資源利用パターン) を占めるために、両者の間で資源を巡る種間競争が生じることが多い。サケ科魚類の競争様式は、採餌空間から他個体を直接的な攻撃によって排除する干渉型競争が主体である。著者は、実際に置換が起きた組み合わせであるアメマスと本種を用いて、種間競争が置換に寄与しているかを実験的に検証した。攻撃行動を観察した結果、2種が同所的な場合は、アメマスの種内競争よりも本種優位の種間競争の方が強く生じることがわかった。さらに、本種の存在下では、アメマスの採餌量は、アメマス単独の場合と比べて著しく低下した。採餌量低下は、成長率低下に伴う繁殖成功率や生存率の低下などを経て個体群維持に負の影響を与える。これらの結果は、種内競争よりも種間競争が強く生じた場合は、優位種が劣位種を排除するという Lotka-Volterra の競争モデルが示す結論と合致している。以上より、種間競争によって、在来種アメマスから本種への置換が起こり得ることが示唆された。また、実験条件下での行動観察の結果、本種はヤマメ (サクラマス幼魚) に対しても競争関係において優位になることがわかっている。本種とヤマメでは、水深に対する選好性が異なるため (本種は底層、ヤマメは表層を选好)、一般的には競争関係は生じにくい。しかし、小河川では水深による両種の棲み分けが不明瞭になり、競争関係が強く生じることも予想される。小河川では、アメマス同様、劣位種であるヤマメは本種に排除される可能性も否定できない。

本種については、しばしば捕食による在来種への影響が取り沙汰される。実際に、ニュージーランドでは、本種による捕食が在来魚 Galaxiidae 科の個体数の激減をもたらしたという報告がある (Townsend 1996)。しかし、日本国内では、在来水産重要種や希少種に対する捕食の事例 (シロザケやサクラマス稚魚・スナヤツメ・ニホンザリガニなどに対する捕食) はいくつか報告されている

が (長谷川ら 2007)、本種による捕食が個体数減少にどの程度寄与しているかを調べた研究例はない。一般に、外来種による捕食は在来種個体群に壊滅的なダメージを与える。本種の適正な管理方策を検討するためにも、本種による捕食が在来種個体群に与えている影響を早急に明らかにする必要がある。

サケ科魚類では在来種-外来種間の交雑も、在来種の個体数を減少させる要因である。本種においても北アメリカ東部での在来種ブルックトラウトとの交雑、日本国内では北海道での在来種アメマスとの交雑 (図4) が報告されている (Kitano et al. 2009)。本種とアメマスの交雑個体については、稚魚になるまでの生存率が著しく低いことが知られている。それにもかかわらず、交雑個体がまれにでも発見されるということは、本種とアメマスという異種間のペアによる産卵が高頻度で行われているのかもしれない。異種間のペアが形成されるとその分だけアメマスどうしの正常なペアが減るため、アメマスの繁殖成功率が低下すると考えられるが、詳細はわかっていない。

外来サケ科魚類による影響は、単一の在来種へ影響するだけでなく、その在来種と他の在来種との種間関係を経て生態系全体に及ぶことが知られている。生物多様性の維持を図る上では、本種についても生態系全体への影響について研究を進める必要がある。

### 求められる遊漁資源としての適正管理

世界的に見ても、本種の利用は遊漁目的がほとんどである。本種が移殖された地域では、遊漁資源として有効利用されている反面、上述のような問題を抱えていることが多い。日本国内においても、栃木県中禅寺湖のように漁業権魚種に指定され遊漁対象として重宝される一方、北海道では内水面漁業調整規則によって卵を含めた移殖を禁止して分布拡大を防ごうとしているように、地域によって対極的な対応がとられている。さらに北海道では、本種を遊漁資源として維持、利用することを目指す「擁護派」 (本種を釣ること及び釣ってその場で逃がすことは禁止されていない) と生態系や水産重要種 (サケ稚魚やサクラマス幼魚)



図4. ブラウトラウトとアメマスの交雑個体。ブラウトラウトが生息する河川では近年、発見例が増加している。外見は、ブルックトラウト (カワマス) とブラウトラウトの交雑種 “タイガートラウト” に似る。

を保全する観点から排除を目指す「駆除派」の両方が存在する。この両者は、主張が相反することもあり対立が続き、北海道のブラウントラウト管理は迷走が続いている。優先すべきは、一度失われると取り戻せない在来種(特に希少種・個体群)や食料の安定供給を支える水産重要種の保全であるが、移出の可能性がない閉鎖水域のみ本種を容認するなど、「擁護派」と「駆除派」が歩み寄り折衷案を考案しない限りは、効果的な管理は行えないであろう。

### 参考文献

- Fausch, K.D. and R.J. White. 1981. Competition between brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*) for positions in a Michigan stream. *Can J Fish Aquat Sci*, 38: 1220-1227.
- Hasegawa, K. and K. Maekawa. 2006a. Effect of habitat components on competitive interaction between native white-spotted charr and introduced brown trout. *J. Freshw. Ecol*, 21: 475-480.
- Hasegawa, K. and K. Maekawa. 2006b. The effects of introduced salmonids on two native stream-dwelling salmonids through interspecific competition. *J. Fish Biol*, 68: 1123-1132.
- Hasegawa, K. and K. Maekawa. 2008a. Potential of habitat complexity for mitigating interference competition between native and nonnative salmonid species. *Can. J. Zool*, 86: 386-393.
- Hasegawa, K. and K. Maekawa. 2008b. Different longitudinal distribution patterns of native white-spotted charr and nonnative brown trout in Monbetsu stream, Hokkaido, northern Japan. *Ecol. Freshw. Fish*, 17: 189-192.
- 長谷川功・前川光司. 2008. 北海道千歳川支流紋別川で起きた在来種アメマス単独生息域への外来種ブラウントラウトの侵入. *日本水産学会誌*. 74: 432-434.
- 長谷川功・前川光司. 2009. 北海道千歳川水系ママチ川における在来サケ科魚類イワナ・ヤマメと外来サケ科魚類ブラウントラウトの当歳魚の分布. *魚類学雑誌*. 56: 1-6.
- Hasegawa, K. and K. Maekawa. 2009. Role of visual barriers on mitigation of interspecific interference competition between native and nonnative salmonids. *Can. J. Zool*, 87: 781-786.
- 長谷川功・R. アダムス・前川光司. 2007. 北海道で確認された外来種ブラウントラウトによるヤツメウナギ類の捕食. *水産増殖*. 55: 651-652.
- Hasegawa K., T. Yamamoto, M. Murakami, and K. Maekawa. 2004. Comparison of competitive ability between native and introduced salmonids: evidence from pairwise contests. *Ichthyol. Res*, 51: 191-194.
- 帰山雅秀. 2002. ブラウントラウト～ヨーロッパからのハンター. 外来種ハンドブック(日本生態学会編), 地人書館, 東京. pp. 113.
- Kitano, S., K. Hasegawa, and K. Maekawa. 2009. Evidence for interspecific hybridization between native white-spotted charr and nonnative brown trout on Hokkaido Island, Japan. *J. Fish Biol*, 74: 467-473.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas, and M. De Poorter. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. Published by Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the World Conservation Union (IUCN).
- McHugh, P., and P. Budy. 2006. Experimental effects of nonnative brown trout on the individual- and population-level performance of native Bonneville cutthroat trout. *Trans Am Fish Soc*, 135: 1441-1455.
- 鷹見達也・吉原拓志・宮腰靖之・桑原連. 2002. 北海道千歳川支流におけるアメマスから移入種ブラウントラウトへの置き換わり. *日本水産学会誌*. 68: 24-28.
- Townsend, C. R. 1996. Invasion biology and ecological impacts of brown trout *Salmo trutta* in New Zealand. *Biol. Conserv*, 78: 13-22.

## 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖

おかもと やすたか  
岡本 康孝 (さけますセンター 業務推進部)

### 2008年の北太平洋

#### 漁獲数

第17回NPAFC年次会議における各国の報告によると、2008年1-12月の北太平洋の漁獲数は3億4,754万尾で、前年の5億1,117万尾より32%減少しました(図1A)。

これを魚種別に見ると、カラフトマスが最も多い2億159万尾で全体の58%を占めており、前年の3億4,962万尾に比べ42%減少しました。次いでサケが8,891万尾(構成比26%,対前年比92%)、ベニザケが4,980万尾(構成比14%,対前年比84%)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629万尾(対前年比123%)、95万尾(対前年比87%)となりました(図1A)。

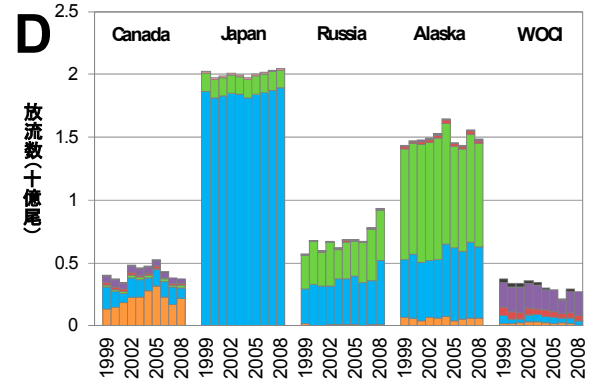
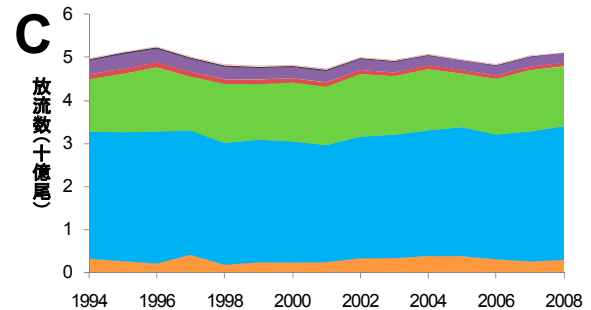
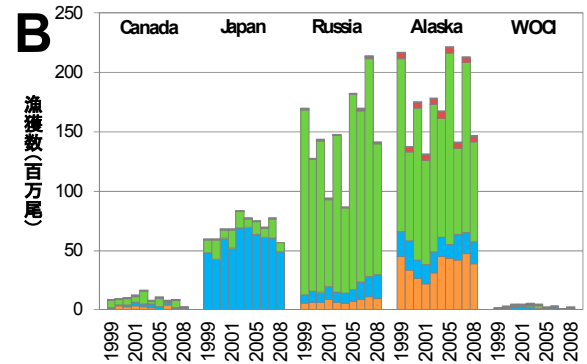
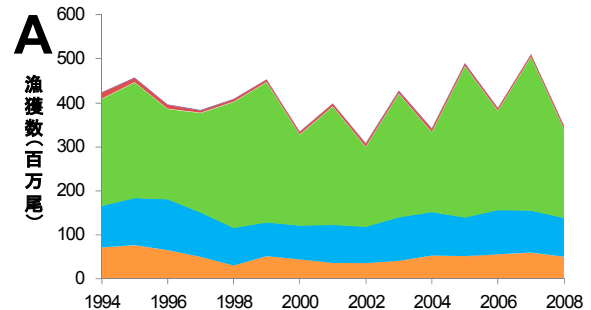
地域別では、アラスカ州が1億4,632万尾と最も多く、以下、ロシア1億4,097万尾、日本5,663万尾、WOCI(ワシントン、オレゴン、カリフォルニア、アイダホ州)185万尾、カナダ169万尾、韓国8万尾と続いています(図1B)。

#### 人工ふ化放流数

2008年1-12月に人工ふ化放流された幼稚魚数は51億2,030万尾で、前年の50億3,855万尾に比べ1.6%増加しました(図1C)。

魚種別ではサケが31億61万尾で半数以上を占め、これに次ぐカラフトマスの13億8,832万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20億4,639万尾と最も多く、以下、アラスカ州14億8,680万尾、ロシア9億2,706万尾、カナダ3億7,159万尾、WOCI2億7,191万尾、韓国1,657万尾と続いています(図1D)。



■ ベニザケ ■ サケ ■ カラフトマス  
■ ギンザケ ■ マスノスケ ■ スチールヘッド  
■ サクラマス

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)、北太平洋におけるさけます類の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)。1994-2006年は「NPAFC Statistical Yearbook」による商業漁獲数の確定値だが、2007年以降はNPAFC年次報告等で示された暫定値である。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・放流尾数ともにわずかなため、図中では省略している。

2009年度の日本

サケ

2009年度の来遊数（沿岸での漁獲と内水面での捕獲の合計）は12月31日現在で6,247万尾、前年度同期比119%となっています（図2）。来遊数の年変動をみると、1996年から減少を続けた後、2000年度を境に増加傾向に転じ、資源変動はあるものの近年は高位で安定しています。採卵数は12月31日現在で21億6,784万粒を確保し、放流数もほぼ計画どおりの18億360万尾程度となることを見込まれます。

カラフトマス

主産地である北海道における2009年度来遊数は1,113万尾で前年度比158.0%と大きく増加しました。カラフトマスの来遊数は1994年に急増して以来、隔年の資源変動を示し、1994-2002年の偶数年級群での平均が1,500万尾、奇数年級群のそれは700万尾で、両者にはおよそ2倍の開きがありました。しかし2003年からそのパターンが崩れ、豊漁年と不漁年が逆転しています。2009年度についても、奇数年でありながら多い来遊数となりました。なお、採卵数は1億6,764万粒でほぼ計画どおりのため、放流数も計画の1億3,420万尾程度となることを見込まれます（図3）。

サクラマス

2009年度の北海道における河川捕獲数は12,923尾で前年度比52.6%と大幅に減少しましたが、昨年度の捕獲数が多かったため平年並みの水準となっています。採卵数は402万粒で前年度比95%となりました。なお、2008-2009年度の本州河川捕獲数については現在確認中です（図4）。

ベニザケ

2009年度の河川捕獲数は1,263尾で前年度比225%となり、大幅に増加しました。採卵数は40万粒と前年度とほぼ同じ値になりました。当センターでは北海道の3河川（安平川・静内川・釧路川）でベニザケの人工ふ化放流に取り組んでいます。

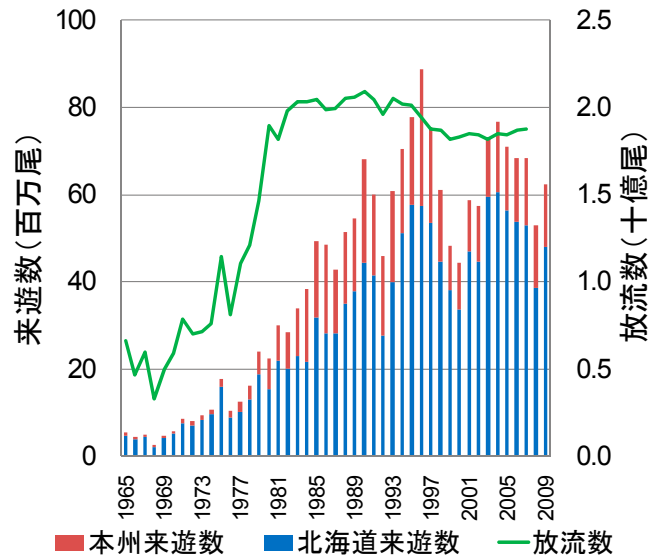


図2. 1965-2009年度の日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数。2009年度来遊数は1月10日現在。

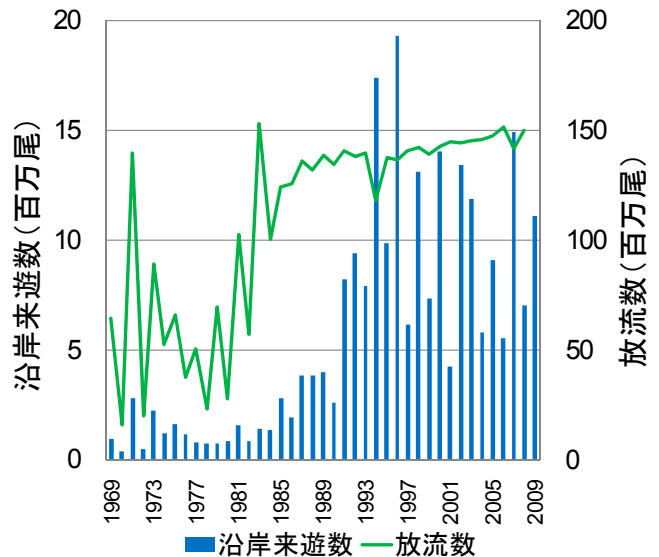


図3. 1969-2009年度の日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数。

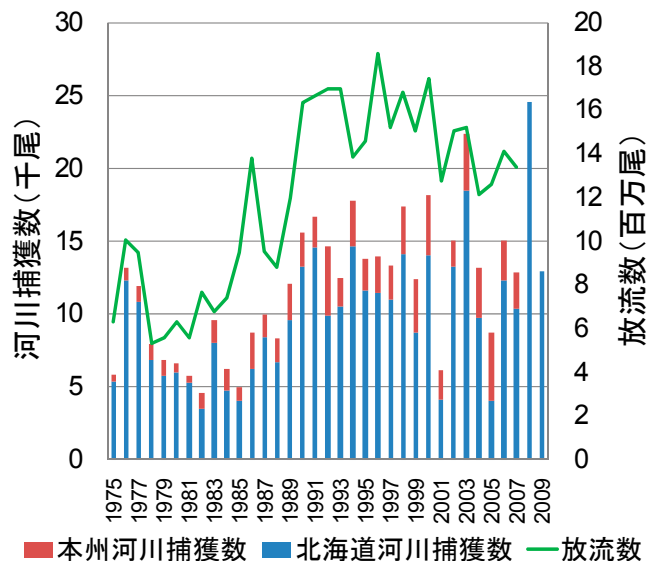


図4. 1975-2009年度の日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数。2008-2009の本州河川捕獲数は現在確認中。

## さけます展示施設のページ イヨボヤ会館

えづれ むつこ  
江連 睦子（さけますセンター 業務推進部）

写真（下）大きな鮭の看板が一際目をひく、切妻造りのイヨボヤ会館、その隣は売店、食堂が入っているサーモンハウス、（右）会館の裏手は公園となっており、広さ7.4haもの園内には、人工河川や池、あずま屋などの他に青砥武平治の立像がある。



写真 ①ミニふ化場、②生態観察室、③鮭観察自然館、④観察自然館から覗いた種川（三面川の分流）、⑤三面川本流に設置された捕獲場。ここで増殖用の親魚が捕獲されており、伝統的漁法である鮭の「居繰り網漁」などの光景も見られる。

新潟市から北東に約50km、新潟県の北の端、山形県との県境に鮭のまちとして知られる村上市があります。古く平安時代からサケは村上市の特産として珍重されており、村上市では独自の鮭文化を築いてきました。この地方では、魚といえばサケであり、「サケ」のことを「イヨボヤ」という方言で呼んでいます。村上市を流れる三面川には、「種川」という分流があります。「種川」とは、江戸時代にサケの回帰性に着眼した村上藩士・青砥武平治によって考案されました。世界初の鮭の自然ふ化増殖により、「種川の制」として村上藩の施策に導入され、成功をおさめます。これが我が国における「さけますふ化放流事業」の原点であり、村上市はサケと共に歩んできたまちなのです。

「イヨボヤ会館」は、日本最初の鮭の博物館として、昭和62年に鮭公園の中心的施設として開館しました。建物は切妻造りの3階建てとなっており、サケとイクラをデザインしたエントランスを過ぎてすぐの“サーモンシアター”では、四季折々の三面川の景観と鮭と村上市のかかわりが分かりやすく上映されており、この地の人々がいかに鮭を大切に思ってきたかを知ることができます。続く“サケのミニふ化場”では、いろいろな淡水魚が飼育されている他、秋～冬にかけては、「サケのふ化槽」が設置され、卵～稚魚までのサケが成長していく様子を実際に観察することができます。

地階にはサケを観察できる人工河川をはじめ、





写真 ①サケのふ化事業について（1階）、②郷土の人々のくらしや③三面川の漁法（2階）など、村上の歴史や鮭文化を紹介しているコーナー、④サケの生態を楽しく学べる2階「こどもさかな科学館」。



写真（左）生態観察室から見た人工河川のサケの群れ。運がよければ産卵シーンに遭遇できる（写真提供：イヨボヤ会館）。

（右）今回お話を伺った奥村館長。



様々な淡水魚を展示している“生態観察室”があります。続く“青砥武平治記念コーナー”では「種川の制」の歴史や功績をアニメで分かりやすく紹介し、三面川の分流である種川を遡上してくるサケの群れをガラス越しに観察できる“鮭観察自然館（10月～12月頃）”へと続いています。毎年、三面川で4月にサケ稚魚の放流式が行われ、地元小学生らによって、イヨボヤ会館で生まれ育ったサケ稚魚も放流されています。

そして、「イヨボヤ会館」では、村上と鮭の歴史、三面川の漁法、伝統的な鮭料理など、独特の鮭文化が詳しく紹介されており、村上と鮭の深いかわりをうかがい知ることができます。また、“こどもさかな科学館”では、コンピュータゲームなどで楽しく遊びながらサケについて学ぶことができます。

奥村館長にイヨボヤ会館の一番の見所をうかがったところ、“生態観察室”と“鮭観察自然館”とのことで、11～12月に運がよければ産卵シーンを見ることができるとのこと。但し、親ザケの展示については、自然相手なので、獲れる数・大きさなど年によって異なり、展示しているサケの数が少なくなってくるとハラハラするとのこと。その分、お客さんに「初めて産卵シーンを見た」と感動してもらえた時は、なにより嬉しい瞬間だと話してくれました。

また、イヨボヤ会館では鮭に関する食文化の伝承にも努めており、毎年11月～12月には村上の代表的鮭料理である塩引き鮭の体験講習会「塩引き道場」が開催されています。この「塩引き鮭」はこの地方では大晦日の年取り魚として食卓に欠かせない食材（ごつつお）となっていることもあり、好評となっているそうです。

最後に館長にこれからの抱負を尋ねたところ、サケをはじめ地域の自然に関心を持ってもらえるよう、こどもから大人まで分かりやすく楽しい展示等を行って行くようにしたいとのことでした。

日本のサケ資源はふ化放流事業の成功によって増大し、今や秋に多くのサケが回帰してくることは当たり前のようになっています。一方で、輸入サケに押され、国産サケの価値が低下してきている昨今、鮭を守り、独自の鮭文化を築いてきた村上の人々の鮭に対する思いを今こそ見習うべきとの思いを強くし、イヨボヤ会館をあとにしました。

#### イヨボヤ会館



新潟県村上市塩町13-34

TEL 0254-52-7117

入館料 有料（詳細は会館まで）

開館時間 9時～16時30分

休館日 年末年始（12月28日～1月4日）

\*臨時開館をする場合があります。



北海道 釧路川と釧路湿原（さけますセンター鶴居事業所付近）

---

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 さけますセンター  
〒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 業務推進課 011-822-2177  
FAX 011-822-3342  
URL <http://salmon.fra.affrc.go.jp/>  
E-mail [www-salmon@ml.affrc.go.jp](mailto:www-salmon@ml.affrc.go.jp)

---

執筆：（水産総合研究センター）  
さけますセンター 日本海区水産研究所  
北海道区水産研究所  
東北区水産研究所

---

SALMON 情報 編集委員会  
石黒武彦，江連睦子，佐藤恵久雄，高橋史久，寺村久志，伴真俊

本誌掲載記事，図，写真の無断転載を禁じます。

---