水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

salmon情報 No.5

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2009567

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

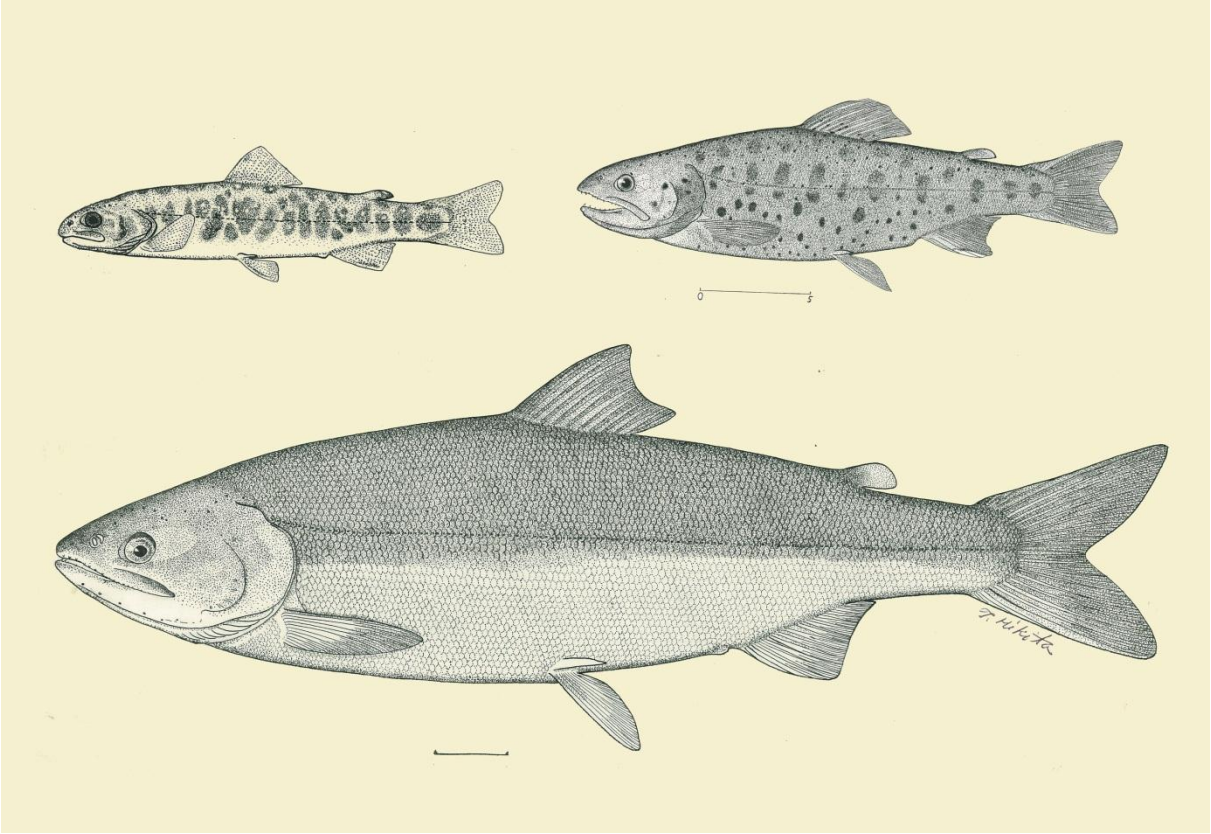
水産総合研究センター 研究開発情報
FRA Salmonid Research Report
ISSN 1881-705X

SALMON 情報

第５号
2011 年 3 月

- 千歳川上流域の解禁とその後
- 渓流魚の遺伝資源および包括的資源管理を考える
- 超音波発信器によるサクラマス親魚の行動追跡
- 中国におけるサケ類の流通消費
- サケ種卵に対するミズカビ対策
- 仔魚育成用ネットリングの敷設条件の検討
- フィッシュポンプと大型水槽を用いた食酢食塩水浴

ほか



（作画：故疋田豊彦氏）

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

トピックス

千歳川上流域の解禁とその後 …… 3

研究成果情報

渓流魚の遺伝資源および包括的資源管理を考える …… 5

超音波発信器によるサクラマス親魚の行動追跡 …… 9

中国におけるサケ類の流通消費 …… 12

技術情報

サケ種卵に対するミズカビ対策 …… 15

仔魚育成用ネットリングの敷設条件の検討 …… 18

フィッシュポンプと大型水槽を用いた食酢食塩水浴 …… 21

会議報告

さけます関係研究開発等推進特別部会 …… 24

2010 年北太平洋遡河性魚類委員会の動き …… 27

さけます情報

2010 年夏季の北太平洋におけるサケ資源と海洋環境 …… 29

サケ科魚類のプロファイル　No. 9　タイセイヨウサケ …… 33

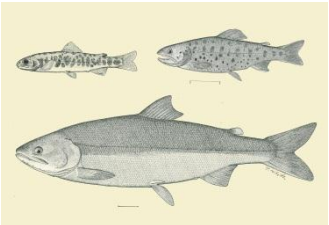
北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖 …… 36

さけます展示施設のページ　千歳サケのふるさと館 …… 38

mini column

表紙の絵は，昨年 4 月に逝去されました疋田豊彦氏の手により描かれたものです．疋田氏は，昭和 60 年までさけますセンターの前身である北海道さけ・ますふ化場に勤務され，この間，魚類学者として数多くの細密画*を残されました．このたび，ご遺族のご配慮により遺品の中から数点の原画を譲り受け，その一部を表紙に掲載させていただきました．

疋田氏の生前の御功績を偲び，謹んで哀悼の意を表します．



左上：イワナ，右上：サクラマス（ヤマメ），下：サケ

*細密画：鱗を一枚一枚描くなど，写真では表現しきれない細かな部分を表すことができ，図鑑や論文の挿絵として使われる．

千歳川上流域の釣り解禁とその後

宮本幸太（さけますセンター 千歳事業所）

はじめに

千歳川上流域である烏柵舞橋から王子製紙千歳川第 4 発電所までの約 1.8 km は 1981 年から 2010 年 5 月 31 日まで，北海道内水面漁場管理委員会の指示により魚類の採捕が禁止されていました(2007 年 5 月 31 日までは全ての水産動物の採捕が禁止)．しかし，委員会指示の施策は恒久的措置では無いなどの理由から，2010 年 6 月に千歳川上流域の委員会指示が解除されることとなりました. これまでのさけますセンターの調査から，千歳川上流域は，サクラマスにとって好適な産卵場，稚魚の生育場および親魚の越夏環境として重要な役割を担っており，自然産卵を由来とする幼稚魚が多く生息していることが確認されています（さけますセンター 2010，今井ら 2010）．

千歳川のような都市近郊の河川では，遊漁による人為的減耗によって，サクラマスの資源が著しく低下する事例が報告されており(安藤ら 2002，杉若 1992)，さけますセンター千歳事業所では，千歳川上流域の釣り解禁によるサクラマス資源の低下を懸念しています．そのため，2010 年の解禁当初から千歳川上流域の利用状況を調査することとしました．なお，遊漁調査の対象魚は在来種であるヤマメ(サクラマス幼魚または河川残留型)と，近年釣りの人気対象種となっている外来種のブラウントラウトとしました．

解禁後の遊漁利用状況

調査エリアは解禁エリアである第一烏柵舞橋から 830 m 上流へ向かった区間までとしました(図 1)．調査日は 6 月 1 日から同年 8 月 10 日までの土日を含む 57 日間とし，午前 8 時に徒歩による目視調査を行い，当区間を利用する釣り人の計数を行いました．なお，釣り人は中村・飯田 (2009) を参考に，所持している竿やリール（糸巻き機）の形状から餌釣り・ルアー釣り・フライ(毛ばり)釣りの3種類のカテゴリーに分けて計数を行いました．

その結果，餌釣りが 41 人，ルアー釣りが 34 人，フライ釣りが 22 人と，餌釣りをする人が最も多く確認されました（図 2)．このように解禁した区間は，わずかな距離にもかかわらず多くの釣り人に利用されたことが解ります．しかも調査結果は午前 8 時時点のものであるため，実際にはもっと多くの釣り人に利用されていたことは容易に考えられます．渓流魚の場合，釣れた魚を持ち帰ることで，わずかな人数の釣り人でも資源が急激に減少することが報告されており（山本ら 2001)，解禁となった千歳川においても何らかのルール作りが必要だと考えられます．

釣獲後の魚の利用について

徒歩による目視調査の際，魚篭（釣り上げた魚を持ち帰るための入れ物）を携行していた釣り人 15 名を対象に魚の利用についての聞き取り調査を行ったところ，ヤマメについては全員が「食べる」と回答したのに対し，ブラウントラウトについては図 3 のように「食べない」との回答が 7 人，「大型魚なら食べる」と回答したのが 3 人，「食べる」と回答したのが 5 人でした．なお，「食べない」と回答した釣り人にその理由を聞き取りしたところ，「赤い斑点が気持ち悪いから」や「美味しくないから」という回答が得られました．北海道ではヤマメは新仔釣りの対象や甘露煮など，ひとつの文化として古くから親しまれています．

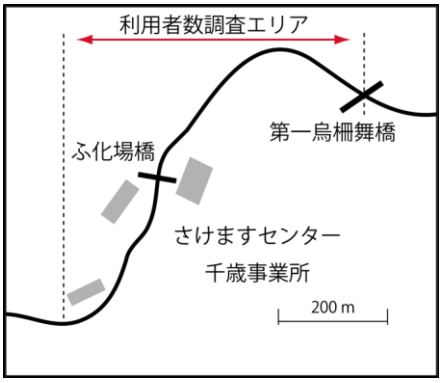


図 1. 調査エリア.

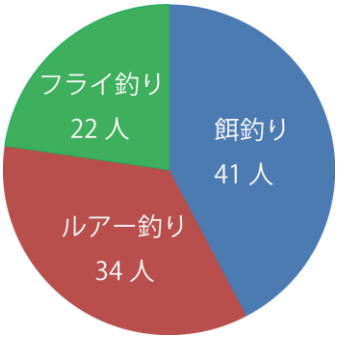


図 2. 利用者数調査結果.

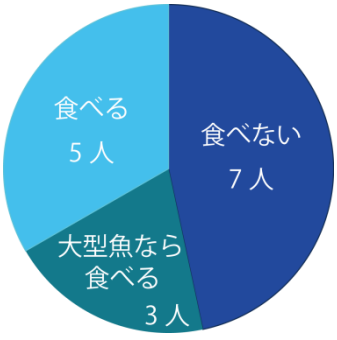
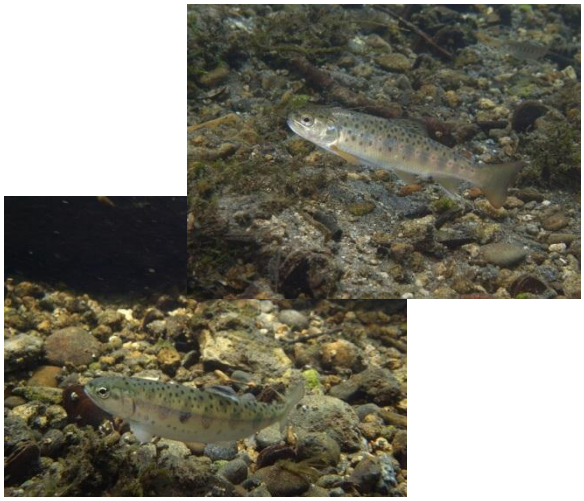


図 3. ブラウントラウトについての聞き取り調査結果.



写真．千歳川上流域に生息するブラウントラウト（右上）とサクラマス（左下）の幼魚．

一方，ブラウントラウトについては，この水系では 20 年ほど前から現れ始めている魚であり（鷹見ら 2002），その文化についてはまだまだ日が浅いことも，このような回答になった 1 つの要因かもしれません．また，この結果は，サクラマスとブラウントラウトでは漁獲圧が異なることを示唆しています．ブラウントラウトなどの外来種は，一般的に種間関係（捕食・競争・交雑・病原体の伝播など）を通して，在来種の個体数を減少させることが知られています．実際，千歳川でも支流の紋別川やママチ川で，種間競争や交雑を通じて，生息魚種が在来種のアメマスからブラウントラウトへ置き換わったとされています（Kitano et al. 2009; Hasegawa & Maekawa 2009; Hasegawa et al. in prep.）．そのため，今後もサクラマスに対してより強い漁獲圧が加わってゆくと，これまでサクラマスが利用していた空間にブラウントラウトが侵入し，置換を助長することも考えられます．そのため，千歳川に生息するこの 2 魚種の関係について，注意深く観察する必要があると考えられます．

おわりに

サクラマス資源の枯渇や外来種問題は，古くからその場を利用してきた地域住民の娯楽や生活にまで影響を及ぼすものと考えられます．環境倫理学者であるアンドリュー・ライトは「都市の環境倫理」の諸論考（Light 2001, 2003）の中で，都市やその近郊の自然の維持管理や復元プロジェクトに市民が参加することによって，環境保全の動機が生まれ，環境に対する責任が芽生えるとしています．また，このような参加に基づく責任の自覚は，実行力のある環境保全を考える上で重要なものであるとも述べています．千歳川上流域においても委員会指示の解除を受けて， 2010 年 5 月 27 日に，当区域の健全な自然環境および動植物の保護対策を考える場として，千歳市民団体による「千歳川上流域保護対策協議会」が設立されています．地域住民と研究機関とが都市近郊河川である千歳川の問題点を一体となって考え，そして行動してゆくことで，科学的合理性の追求だけでは無く，地域の実情に合わせた現実的かつ合理的な対策が千歳川上流域に講じられてゆくことを今後期待します．

引用文献

さけますセンター．千歳川上流域におけるサクラマスの自然再生産～千歳川上流域の「今」と「これから」を考える．さけますセンター, 2010.5.28, http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/chitose/chitose.htm

今井 智・大本謙一・高橋昌也・宮本幸太・小野郁夫・大熊一正．2010．北海道千歳川に遡上するサクラマス産卵親魚の由来と移動様式．日本水産学会誌, 76: 652-657.

安藤大成・宮腰靖之・竹内勝巳・永田光博・佐藤孝弘・柳井清治・北田修一．2002．都市近郊の河川におけるサクラマス幼魚の遊漁による釣獲尾数の推定．日本水産学会誌, 68: 52-60.

杉若圭一．1992．放流サクラマス稚魚の生残率と遊漁の関係．魚と水, 29: 27-31.

中村智幸・飯田 遥. 2009. 守る・増やす 渓流魚イワナとヤマメの保全・増殖・釣り場作り．社団法人 農村漁村文化協会，東京. pp.19-21.

山本聡・小原昌和・河野成美・川之辺素一・茂木昌行．2001．野生イワナの毛鉤釣りによる Catch-and-Release 後の CPUE と生息尾数の変化．水産増殖, 49: 425-429.

鷹見達也・吉原拓志・青山智哉・桑原連. 2002．千歳川支流におけるアメマスおよびブラウントラウトの分布と食性．魚と水, 38: 23-32.

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.

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.

Light, A. 2001. The urban blind spot in environmental ethics. In Mathew, H. ed., political Theory and the Environment: A Reassessment, Frank Cass Publishers, London, 7-35 pp.

Light, A. 2003. Urban ecological citizenship. J. Soc. Philos., 34: 44-63.

渓流魚の遺伝資源および包括的資源管理を考える

山本 祥一郎（中央水産研究所 内水面研究部）

はじめに

野生生物集団の遺伝的構造は，種や集団の持つ生態的特性やその集団が経験してきた歴史的背景を反映するため，各集団が独自の遺伝的構造をもつ場合があり，こうした集団では生物多様性創出の母体となることから，それぞれを「進化的に重要な単位」（Evolutionarily Significant Unit: ESU）として扱う必要性が指摘されています．とくに河川性魚類は，歴史的・地勢的要因により，局所個体群，複数集団からなるメタ個体群，種内の系統群など様々な階層構造をもつことが知られています．この階層構造の実態を明らかにし，その形成要因や存続メカニズムを科学的に把握することは，水産資源の保全や管理の上でも極めて重要であると考えます．

日本や北米・ヨーロッパをはじめとする世界各地の河川では，過去長期間にわたって大規模な産業魚種の種苗放流がおこなわれてきました．北米では，ふ化場由来魚の天然水域への移殖が，在来淡水魚類の遺伝的固有性を喪失させ，さらに交雑を通して野生生物集団の適応度にマイナスの影響を及ぼしている事例が報告されています（例えば，Araki et al. 2007）．この移殖がもたらす悪影響は日本各地の水系についても十分に予想され，非在来集団の混入が及ぼす遺伝的組成の変化およびその長期的影響を予見する観点からも，野生生物集団の遺伝的特性を科学的なデータに基づき識別し，急ぎ適切な「進化的に重要な単位」を設定する必要があります．一方，サケ科魚類を含む多くの淡水魚類では遺伝的集団構造の実態はほとんどわかっていないのが現状です．たとえば，任意交配集団の単位が水系内の支流レベルにあるのか，流域レベルなのか，あるいは地域集団間で遺伝的交流が存在するのか等の知見は，遺伝的集団単位を設定する上で極めて重要なのですが，評価の基礎となる研究データが絶対的に不足しています．

水産基本法に基づく水産基本計画では，「遺伝的多様性の保全に配慮した増殖手法の開発，環境・生態系に配慮した資源増殖の推進」が掲げられています．放流魚と天然魚が混在するサケ科魚類の資源管理においては，双方を効率良く利用する包括的資源管理の実践が求められており，このためには自然集団の遺伝的特性や天然魚と放流魚の生態的関係などを科学的な知見に基づき把握しておく必要があります．本稿では，水産総合研究センターがおこなっているプロジェクト研究の成果を中心に（交付金一般研究　サケ科魚類の放流魚と天然魚の包括的資源管理・増殖手法の開発），全国のイワナ（*Salvelinus leucomaenis*）集団を対象とした遺伝子解析の結果や天然魚と放流魚の競争関係を調べる野外操作実験の成果を紹介したいと思います．

イワナの DNA を調べる

イワナは，ロシアのカムチャッカ半島を北限に，本州紀伊半島の熊野川を南限として分布するサケ科魚類の一種です（図 1）．日本に生息するイワナには，形態や模様，分布域の異なるアメマス，ニッコウイワナ，ヤマトイワナ，ゴギの 4 亜種がいます．本州では釣りの対象として人気が高く，山間部の温泉旅館などでは食材として利用されることもあります．しかし近年，天然魚が生息する河川環境は悪化の一途をたどっており，ダム等に代表される河川工作物の設置や漁業・遊漁による乱獲により各地で個体数が減少し，局所的絶滅に至った集団も少なくありません．また，極端に個体数が少なくなってしまった集団では近親交配がすすみ，奇形率が高まることが報告されています（Morita and Yamamoto 2000）．

図 1. 遺伝的固有性の高いことが知られている木曽川産イワナ（森田健太郎氏撮影）．

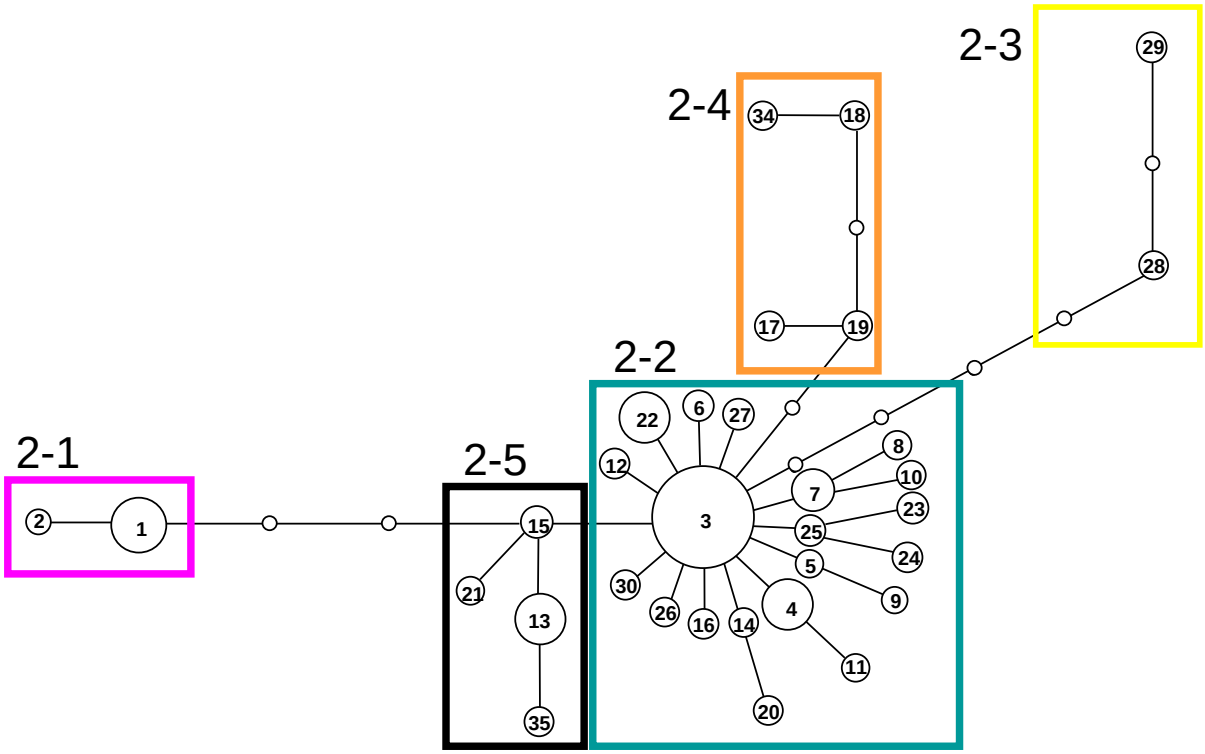


図 2. イワナ・ミトコンドリア DNA ハプロタイプ 32 種類のネットワーク図．白丸○はこれまでに見つかっていないハプロタイプを示す（Yamamoto et al. 2004; Kubota et al. 2007; Kikko et al. 2008; 山本ら 2008 を改変）．各ハプロタイプは，統計学的手法により 5 つのグループに分けられる．

ミトコンドリア DNA は，細胞内のミトコンドリアに含まれる DNA 分子のことをさし，変異性が高いため種内の遺伝的関係を調べる研究によく利用されています．図 2 は，全国のイワナ集団から得られたミトコンドリア DNA のタイプ（ハプロタイプ）を塩基置換の数をもとに連結した DNA のネットワーク図です．これまでのところ，日本のイワナから 32 種類のハプロタイプが確認されています（今後，さまざまな河川でイワナの調査が進むことによって，より多くのハプロタイプの存在が明らかになると思われます）．見出されたハプロタイプのうち，最も出現頻度の高かったタイプは No.3 で，このタイプを含むグループ（2-2 グループ）はロシアから北海道，本州の中国地方までイワナの分布域をほぼ網羅する出現パターンを示していました（図 3）．同様に，ハプロタイプ No. 1 を含むグループ（2-1 グループ）もロシアから本州の中国地方まで広く分布するグループでした．一方，局所的な分布パターンを示すハプロタイプも見出されています．例えば，ハプロタイプ No. 28 や No. 29 を含むグループ（2-3 グループ）は，木曽川や熊野川といったイワナの分布最南限にあたる集団からのみ確認され，またハプロタイプ No. 17, 18, 19, 34 は琵琶湖の流入河川と琵琶湖周辺河川にのみ分布するハプロタイプであることがわかっています．その他，多くのイワナ集団が固有のハプロタイプをもつことが明らかになりつつあります（図 3）．このように，イワナの遺伝的構造は「広域に出現するハプロタイプ」と「局所的に分布するハプロタイプ」が混在する複雑なパターンをもつことがわかってきました．この成り立ちには更新世の氷期―間氷期といった気象サイクルが密接に関連していると考えられています（Yamamoto et al. 2004）．

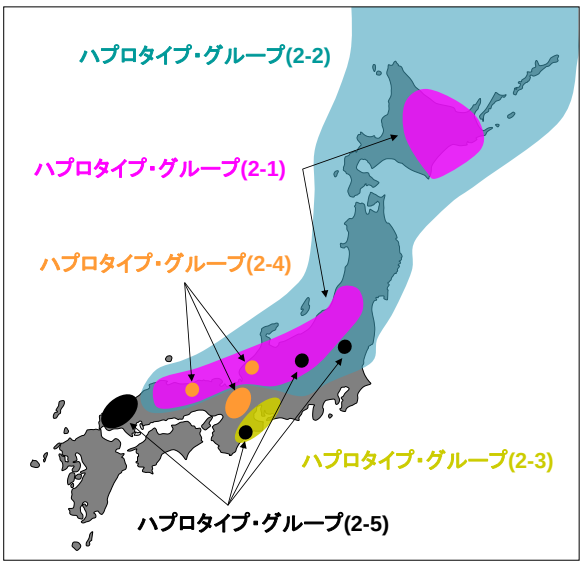


図 3. 各ミトコンドリア DNA グループの地理的分布．

天然魚の遺伝的固有性は，その集団がそれぞれ

の環境で独自の進化を経て形成されたものです．また天然魚は，今後私たちが新しい種苗を作っていく際の遺伝資源としても貴重な存在といえます．このような渓流魚がもつ遺伝的特性は，一度失われると再生がほぼ不可能であることに注意を払う必要があります．現時点で自然集団と考えられる集団への移殖は，原則として避けるべきでしょう．すでに移殖放流が行われている水域であっても，異なる水系由来の種苗放流はなるべく控え，可能な限り地元の系統を種苗放流用に使用することが望まれます．

天然魚と放流魚の生態的関係

山間部の河川や湖沼に生息する陸封性サケ科魚類は，遊漁や漁業資源として，さらには中山間地域の観光や自然教育素材としても重要な内水面魚種と位置づけられています．漁業や遊漁の対象となる区域では，資源の維持を目的とする種苗放流がおこなわれていますが，放流魚とそこに元々生息する天然魚との関係についてはこれまでほとんど明らかにされておらず，漁業関係者からは放流効果を検証する実証研究が求められていました．そこで，中央水産研究所内水面研究部では栃木県中禅寺湖水系をモデル水面として，イワナを対象に野外での生態操作実験をおこない，天然魚と放流魚の関係を調べる研究を実施しました（Yamamoto et al. 2008）．

中央水産研究所日光庁舎内を流れる小河川に 1 m×1 m×高さ 80 cm のエンクロージャー（囲い網）を 24 個設置し，その中にイワナの天然魚と養殖魚を混生させることで両者の競争関係を調べました（図 4）．エンクロージャー本体は，イワナ当歳魚が餌とする小型の水生昆虫が出入り可能な網目で作られており，実験に使用した魚は実験終了時までにすべて良好な成長を示しました．実験デザインとして，3 つの実験区（天然魚のみを投入する単独区，養殖魚の単独区，天然魚と養殖魚の混生区）を設け，体サイズや密度をコントロールした実験を 3 回おこない，それぞれの実験について実験開始から 30 日後の両者の成長速度を調べました（図 5）．結果の概略は次のとおりとなります．

①密度や魚のサイズを同じにしたところ，天然魚の成長率は単独区よりも混生区の方が有意に高かった（実験 1），

②しかし，混生させる養殖魚を天然魚より大型にすると，天然魚の成長率は単独区と混生区でほぼ同じとなった（実験 2），

③混生区の密度を単独区の 2 倍に高めた実験では，密度の高い混生区で成長率が低下した（実験 3）．

図 4. 天然魚と養殖魚との競争関係を調べる目的に用いたエンクロージャー．

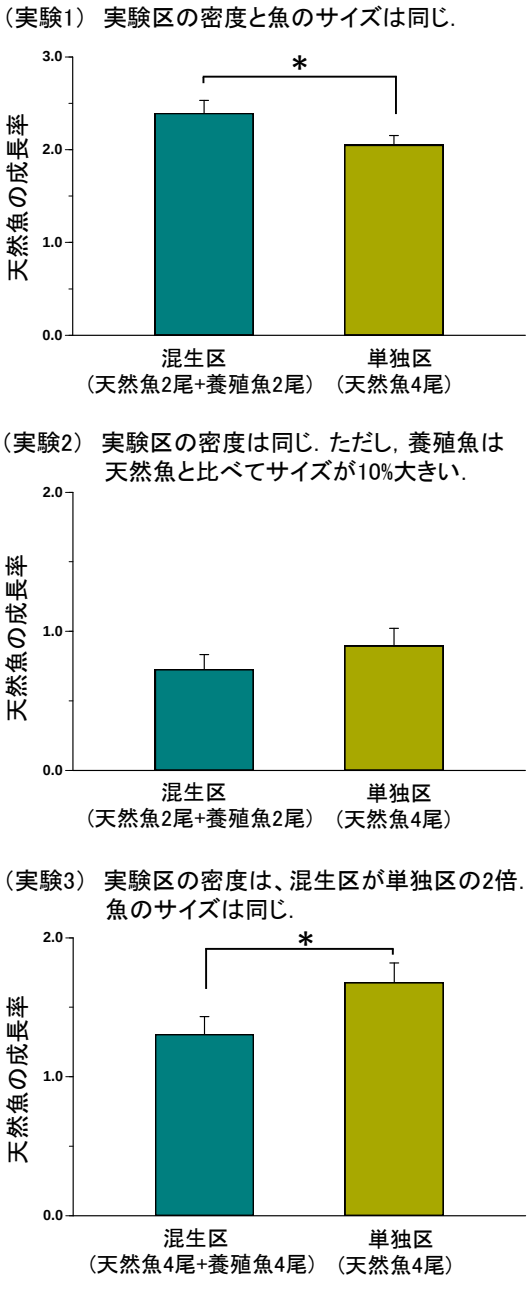


図 5. エンクロージャー実験の結果（Yamamoto et al. 2008 を改変）．

以上の結果から，体の大きさが同じ場合，天然魚は養殖魚よりも競争関係において優位となるが，優劣関係は両者の相対的な体サイズ差によって変化すること，また過剰に放流が行われた場合，天然魚,養殖魚ともに成長率の低下をもたらすこと，などが示唆されました．したがって，養殖魚などの種苗放流は，環境の悪化や乱獲など資源量(生息密度)が低下したときに，そこに生息する天然魚と同じか，または小型の個体を用いると，天然魚への負の影響を軽減でき，かつ増殖効果を高められると考えられました．

おわりに

エンクロージャー内に魚の隠れ場所となる障害物（礫）を投入した別の実験では，隠れ場所の存在が個体間の競争を緩和させることが示されており（Hasegawa and Yamamoto 2009），環境収容力を高める効果が期待されています．今後は，各河川の環境特性に応じた放流数の検討が重要になってくると思われます．これからも渓流魚の遺伝的特性を守りながら，資源を適切に維持・管理する技術開発を行っていきたいと考えています．

引用文献

Araki, H., B. Cooper, and M. S. Blouin. 2007. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. Science, 318: 100-103.

Hasegawa, K., and S. Yamamoto. 2009. Effects of competitor density and physical habitat structure on the competitive intensity of territorial white-spotted charr（*Salvelinus leucomaenis*）. J. Fish Biol., 74: 213-219.

Kikko, T., M. Kuwahara, K. Iguchi, S. Kurumi, S. Yamamoto, Y. Kai, and K. Nakayama. 2008. Mitochondrial DNA population structure of white-spotted charr（*Salvelinus leucomaenis*）in the Lake Biwa water system. Zoolog. Sci., 25: 146-153.

Kubota, H., T. Doi, S. Yamamoto, and S. Watanabe. 2007. Genetic identification of native populations of fluvial white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* in the upper Tone River drainage. Fish. Sci., 73: 270-284.

Morita, K., and S. Yamamoto. 2000. Occurrence of a deformed white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis*（Pallas）population on the edge of its distribution. Fish. Manage. Ecol., 7: 551-553.

Yamamoto, S., K. Morita, S. Kitano, K. Watanabe, I. Koizumi, K. Maekawa, and K. Takamura. 2004. Phylogeography of white-spotted charr（*Salevelinus leucomaenis*）inferred from mitochondrial DNA sequences. Zoolog. Sci., 21: 229-240.

山本祥一郎・中村智幸・久保田仁志・土居隆秀・北野 聡･長谷川功. 2008. ミトコンドリア DNA 分析に基づく関東地方産イワナの遺伝的集団構造．日本水産学会誌, 74: 861-863.

Yamamoto, S., H. Nakamura, and K. Koga. 2008. Interaction between hatchery and wild juvenile white-spotted charr （*Salvelinus leucomaenis*） in a stream enclosure experiment. J. Fish Biol., 73: 861-869.

超音波発信器によるサクラマス親魚の行動追跡

宮内康行（みやうちやすゆき）・北口裕一（きたぐちゆういち）・福澤博明（ふくざわひろあき）・戸叶　恒（とかのこう）（日本海区水産研究所業務推進部）・桑田　博（くわだひろし）（日本海区水産研究所 海区水産業研究部）

はじめに

近年，サクラマス資源は減少しており，本州日本海側ではサクラマスが「幻の魚」と呼ばれるのが当たり前になっています．そこで，この資源の復活を目指して，水産総合研究センターは秋田県，山形県及び富山県と協力し，平成 19～21 年に運営費交付金プロジェクト研究「河川の適正利用による本州日本海域サクラマス資源管理技術の開発」に取り組みました．春に河川へそ上したサクラマス親魚は秋に産卵するまでの間に様々な要因で減耗することから，この期間の親魚を保全することがより多くの子孫を残すために重要です．本プロジェクトにおいて，日本海区水産研究所は親魚の越夏環境の保全・改善方法の研究を担当し，その中の 1 課題として親魚の移動状況や生息環境の把握のため，電子機器を用いて親魚の追跡調査を行いました．この調査でサクラマス親魚の越夏行動に関するデータを得ることができましたので，その概要を報告します．

材料と方法

調査河川には新潟県下越地区の胎内川を選定し（図 1），2009 年 6 月 16 日に河口から約 7 km 上流にある黒川大橋近くの淵で6尾の親魚を採捕しました（図 2，左上）．この中から超音波発信機（以下，発信機と記す）の装着に耐えうる活力のある3尾を選び，発泡麻酔剤を用いて麻酔し（図 2，左下），尾叉長を測定し，それぞれを供試魚 NO. 1～3 としました．その後，腹腔部をメスで開き，発信機を挿入し，手術用糸で縫合しました（図 2，右）．そして覚醒を確認した後，採捕した淵へ放流しました．

発信機は VEMCO 社製 V13-1H を使用し（図 3，左），超音波（以下，音波と記す）の信号を 20～60 秒に 1 回発信する設定としました．なお，この発信機は機器毎に異なる音波を発信するので，個体識別が可能です．受信機は VEMCO 社製 VR2-DELL を使用しました（図 3，右）．追跡前にこの受信機の受信可能範囲を確認したところ，湖水のような場所では半径 200 m 以上であるのに対し，魚道の落ち込みのような気泡の極端に多い場所では 1～2 m 程しかありませんでした．

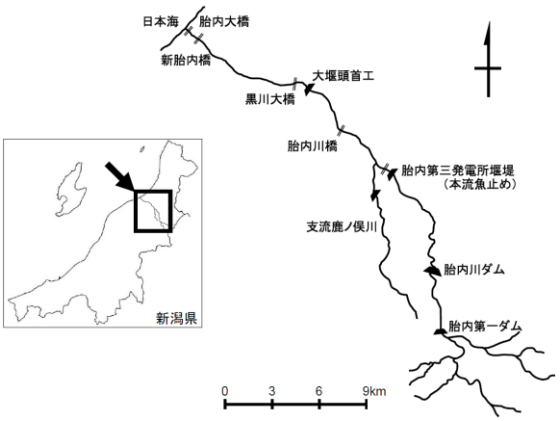


図 1．調査河川位置．

図 2．親魚の採捕と発信機装着の様子．左上図は淵の上下流部に刺網を張り調査員が親魚を追い込む様子．左下図は麻酔液内の親魚．右中図は発信機を腹腔内に挿入している様子．

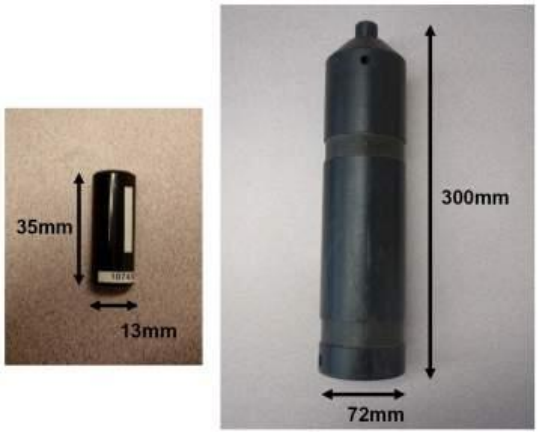


図 3．使用した超音波発信機（左）と受信機（右）．

胎内川で親魚が上流へ遡上できなくなる場所は，図 1 に示した本流の「胎内第三発電所」の堰堤と支流の鹿ノ俣（かのまた）川の本流との合流点から 1.0 km 上流にある堰堤であり，受信機で追跡を行う区間は放流地点からこの 2 つの堰堤までとしました．この区間で受信機を河川内に設置，もしくは受信機を調査員が持ちながら河川内を移動し，供試魚 NO. 1～3 を追跡しました．

結果と考察

供試魚 NO. 1 及び NO. 3 の音波は放流から 2～11 日後に放流地点（図 4，①）の淵で受信しましたが，これ以降はいずれの場所でも受信できなくなりました．一方，供試魚 NO. 2 の音波は放流から 2 日後の 6 月 18 日に放流地点から 100 m 上流にある小さな淵（図 4，②）の横を調査員が移動中に受信され，放流から 18 日後の 7 月 4 日にはそこからさらに 300 m 上流にある大堰頭首工の貯水域に設置していた受信機で受信しました（図 4，③）．

それ以降，約 1 ヶ月の間，この貯水域より上流域において供試魚 NO. 2 の音波は受信できませんでしたが，放流から 53 日後の 8 月 8 日に放流地点から 3.0 km 上流にある東北電力ダムの貯水域に設置していた受信機で再び受信しました（図 4，④）．

その後，この貯水域内で 11 月 8 日まで 92 日間に亘って供試魚 NO. 2 の音波を断続的に受信しました（図 5）．音波を受信することは昼間に多く，夜間に少ない傾向があり，この傾向は 8 月から 9 月になるとさらに明瞭に表れました．そして，放流から 141 日後の 11 月 4 日にはそれまで断続的であった受信状況が連続的になり，供試魚 NO. 2 は移動していないと思われたので，放流から 146 日後の 11 月 9 日に貯水域内を調査員が探索した結果，死亡した供試魚 NO. 2 を発信機とともに発見，回収しました．

この追跡結果より，1 尾のみではありますが，夏期に長期滞在する場所を見つけることができました．夏期のサクラマスの生息場所については水深が深く，大きな隠れ場所のある淵を選ぶことが報告されています（Edo and Suzuki 2003）．供試魚 NO. 2 が長期滞在した貯水域も長さ 400 m，川幅 50 m，最大水深 3.4 m であり，追跡区間の中では最も広く，水深も深いことに加え，両岸は水没した河畔林（図 6，以下，ブッシュと記す）が多数繁茂しており隠れ場所が豊富な場所でした．

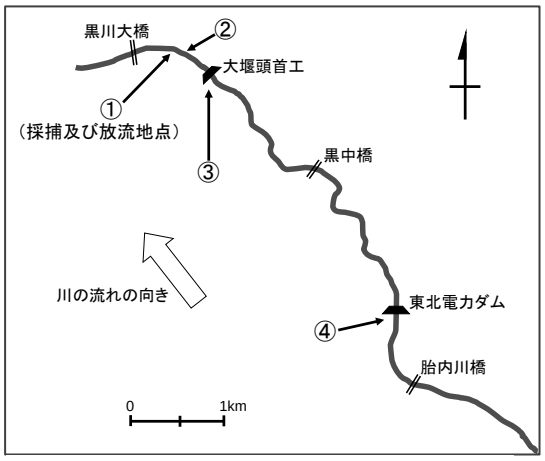


図 4. 発信機装着魚の移動状況概略図．

図 6. 貯水域内に多数存在する水没した河畔林（ブッシュ）．

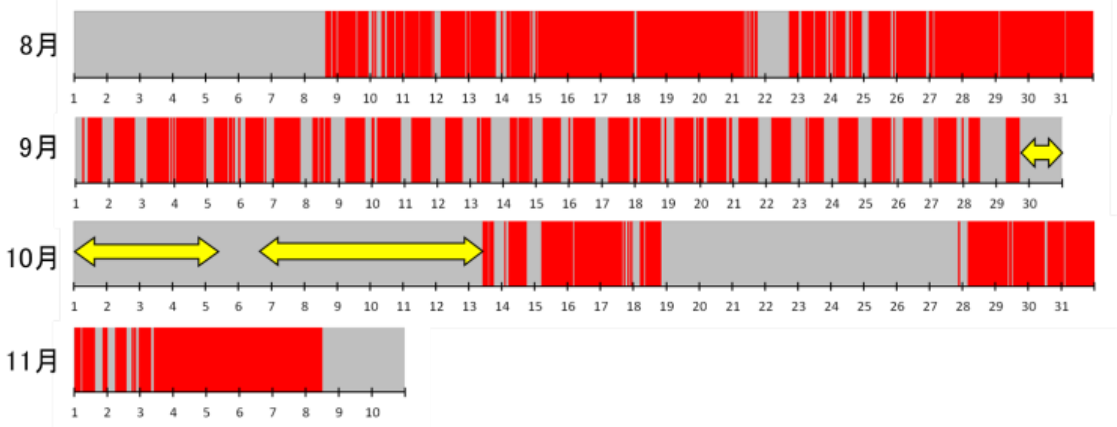


図 5. 長期滞在した貯水域での供試魚 NO. 2 からの音波の受信状況．月別に横軸は日付目盛りで夜 0:00 を示し，赤色部分が受信を，灰色部分は受信していないことを示す．また，黄色矢印は河川の増水等により受信機を回収したため，受信機を設置していない期間を示す．

また，長期滞在した貯水域では昼夜間で異なる行動を示す受信データを得ることができたので，この行動の実態を検討するために3つの試みを行いました．まず，音波を受信できない夜間は上流域の他の場所へ移動している可能性も考えられたので，貯水域上流部の流れの緩い場所に貯水域内で受信し始めてから 48 日後の 9 月 25 日から 3 日間，仮設受信機を設置しました．しかし，この仮設受信機には昼夜間を通して音波は確認されなかったため，上流域への移動はないと判断しました．

次に供試魚 NO.2 が遊泳した場所を推測するため，受信機は同じ場所に設置し，調査員が発信機を貯水域全域の様々な場所にゴムボートで曳航し，受信状況の確認を行いました．この結果，音波を受信しやすい場所は，貯水域全域の流れの緩い場所で，逆に音波を受信しにくい場所は流れの速い場所，水深の浅い場所，さらにはブッシュの中でした．最後に親魚が岩石の隙間に隠れることを想定して，発信機をコンクリートブロックの穴の中に入れ，貯水域の数カ所の底に沈めてみると，受信状況は通常よりも劣りました．

このことから，供試魚 NO. 2 は，昼間は淵内を遊泳し，夜間はブッシュや岩石の隙間に体を隠して動かなかったと推測しました（図 7）．これはサクラマス親魚の行動について，春から初夏は昼行性のリズムであること（小池 2000），電波発信機の追跡調査から，親魚は夜間に移動しないこと（米山ら 1999）とも共通します．また，8 月から 9 月にかけて昼夜間の断続的な受信が明瞭に現れたのは，産卵場に向けての移動が視覚を頼りに日中に活発化すること（眞山 2002）から，夜間は体力を温存するために不活発になったためと思われます．

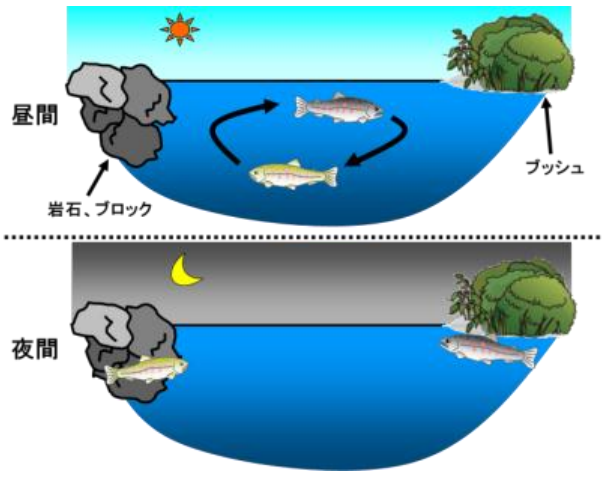


図 7．親魚の昼間の遊泳場所（上段）と夜間の隠れ場所（下段）のイメージ図．

おわりに

今回は 1 個体のみのデータではありますが，サクラマス親魚の河川遡上生態の一端を知ることができました．親魚が日中は深い淵を遊泳し，夜間にはブッシュや岩石の隙間のような隠れ場所で動いていない今回の結果から考えると，親魚の保全方法のひとつの案として，隠れ場所のある深い淵を保全することが重要です．河川改修等によってこのような条件の淵が存在しない河川には，人為的に回復させることが望まれます．

今回の調査を行うにあたり，胎内川漁業協同組合の加藤組合長並びに組合員の皆様に親魚の採捕場所やその後の追跡場所に関する情報をいただきました．親魚への発信機の装着方法について富山県農林水産総合技術センター水産研究所の田子泰彦博士に助言をいただきました．発泡麻酔薬の提供と使用法については東京農業大学網走キャンパスの渡辺研一博士（当時水産総合研究センター養殖研究所）の助言とご協力をいただきました．ここに，深く感謝の意を表します．

引用文献

Edo, K., and K. Suzuki, 2003. Preferable summering habitat of returnimg adult masu salmon in the natal stream. Ecol. Res., 18: 783-791.

小池利通．2000．加治川におけるサクラマスの遡上速度と時間帯．新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 24: 10-18.

米山洋一・渡辺勝栄・内田建哉・冨田政勝・関　泰夫・星野政邦・傳田正利・東　信行．1999．電波を利用したサクラマスの追跡調査．新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 23: 1-9.

眞山紘．2002．サクラマス親魚の産卵期における遡上の日周変動．さけ・ます資源管理センター研究報告, 5: 21-26.

中国におけるサケ類の流通消費

清水幾太郎（しみずいくたろう）（中央水産研究所　水産経済部）

はじめに

近年，秋サケ価格は輸出によって下支えされるようになった．中国に輸出された秋サケは，二次加工されて欧米に輸出されるため，その製品には日本産のブランドは見えない．しかし，製造段階で HACCP 認定取得等の厳しい条件が課せられることやコスト面から，直接欧州に輸出する状況にはない．

一方，中国貿易業者への聞き取りやインターネット情報によると，輸出された秋サケの一部は，中国の東北地域や上海等沿海地域の国内市場にも流通しており，また，食の安全・安心の観点から日本製品に対する消費ニーズは高いとの情報がある．

将来，中国国内の需要に対応する製品を日本から直接供給することができれば，日本国内の秋サケ価格の安定と地域経済の発展に貢献することが可能になると考えられる．そこで，中国における秋サケの消費拡大の可能性を探ることを目的に，消費地及び加工地におけるサケ類の流通消費動向や製品加工体制について調査をした．

調査方法

中国国内における秋サケ流通消費動向に関する情報を収集するため，水産加工場が集積する大連市における製品加工体制，東北地域の中核都市である瀋陽市，哈爾浜市，及び沿海地域の大消費地である上海市における流通実態について，2009 年 12 月 18 日から 12 月 26 日にかけて現地聞き取り調査を実施した（図 1）．調査は中国におけるナマコの流通消費実態調査も並行して行った．

調査には水産総合研究センター中央水産研究所水産経済部から著者と流通システム研究室の廣田将仁研究員，及びナマコの流通に詳しい海外漁業協力財団の前田盛暢彦氏，通訳として大連外語学院大学院生の童琳さんが同行した．

地域情報

調査は大連からスタートし，瀋陽，哈爾浜へは鉄道で，さらに哈爾浜からは青島を経由して上海へは空路で移動した．

大連は中国東北地域遼寧省の港湾都市で人口

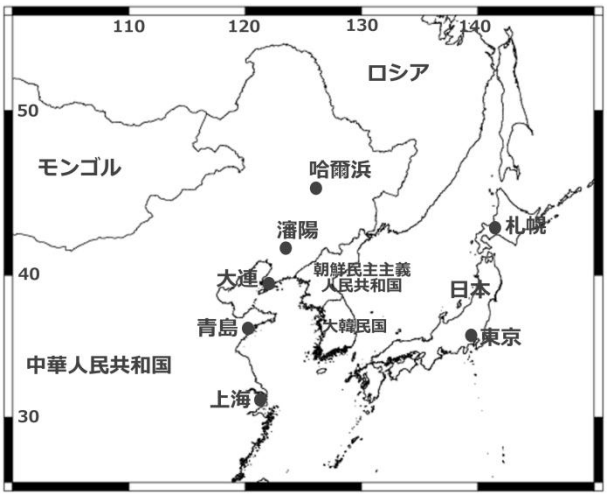


図 1．聞き取り調査した都市（北から哈爾浜，瀋陽，大連，青島，上海を示す）．
哈爾浜（はるぴん）はロシアとモンゴルに国境を接する黒竜江省に位置する．瀋陽（しんよう）と大連（だいれん）は朝鮮民主主義人民共和国と国境を接する遼寧省に位置する．青島（ちんたお）は黄海に面する山東省に位置する．

567 万人，7 月の気温は 23.3℃，12 月の気温は-1.5℃である．瀋陽は遼寧省の省都で人口 698 万人，旧満州では奉天と呼ばれた都市で，7 月の気温は 24.6℃，12 月の気温は-8.9℃である．哈爾浜は中国最北部の黒竜江省の省都で人口 975 万人，町並みは帝政ロシアの趣があった．哈爾浜の 7 月の気温は 23.1℃，12 月の気温は-15.8℃であるが，著者らが訪れたときは-25℃を記録した．天気は良かったが寒さが非常に厳しい中で，繁華街ではショッピングを楽しむ人々，川では氷上そりをする人たちで賑わっていた．一方，沿海地域の上海は中国の 4 大直轄市（北京，天津，上海，重慶）の一つで，人口 1,858 万人を有し，7 月の気温は 23-32℃で，12 月の気温は 2-12℃である．訪問時は 2010 年に開催された上海万博のためのパビリオンの建設真最中であった．

みずほ総合研究所によると，2009 年の平均月収（年収）は，中国東北地域の都市部では 30,205 円/月（27,882 元/年），中国東部地域では 42,070 円/月（38,834 元/年）である．これによると中国東部地域に属する沿海地域の月収は，東北地域に比べて 4 割近く高いことがわかる．

中国東北地域のサケ類流通消費

大連では水産市場とカルフール*を調査した．店頭にはノルウェー産養殖アトランティックサーモン（以下アトランという）の生鮮品（1,248 円/kg）と冷凍品（624-780 円/kg）が目に付いた（図 2.）．大連の水産市場ではアトランは 7-8 年前から流通し始め，現在は 2 トン/月が主に日本料理店で生食向けに販売され，マグロ（390-780 円/kg で 1 トン/月）より価格，量とも上回っていた．アトランはノルウェーの養殖場で水揚げされてから 6 日間で中国の店頭に並ぶ．

瀋陽の水産市場でも生鮮アトラン（519-25,480 円/kg）や冷凍タチウオ（224 円/kg），冷凍エビ（959 円/kg），興隆大家庭*では半干しナマコ（25,168 円/kg）の品数が多かった．生鮮アトランの価格差が非常に大きかったが，市場での評価が一定していないためと考えられる．

哈爾浜の水産市場での生鮮アトランは北京から 24 時間以内に届けられる．一日当たり 21-24 尾（春節には 30 尾/日）が主にホテルやレストランでの刺身向けに販売される．一方，日本のサケは 10 年以上前の秋サケ価格の暴落後に，中国へ輸出された時期があったが，哈爾浜での流通は 7 年前頃からなくなり現在は消費者に認知されていない．替わってロシア産や地元産のシロザケが流通していた．

生鮮（910-1,170 円/kg）や冷凍（598-676 円/kg）のアトランの他に，ロシア産シロザケドレス（208 円/kg），黒竜江産のシロザケ塩蔵品（416 円/kg）や薫製品（442 円/kg），ロシア産イクラ（3,380-3,900 円/kg），キャビア（3,250 円/kg）が数多く並んでいた（図 3-a）．黒竜江省は中国最北部に位置しロシアと隣接しているため，ロシア産の水産物が流通していた．中国語ではサケの表記を，アトランは「三文魚」，シロザケは「大馬哈魚」として明確に区別している．哈爾浜のウォルマート*では，ロシア産塩蔵シロザケ（507-637 円/kg），黒竜江産冷凍シロザケ半身（257 円/kg），イクラ（カラフトマス卵・シロザケ卵混み，179 円/kg）で販売されていた（図 3-b）．

東北地域で明らかになったことをまとめると，

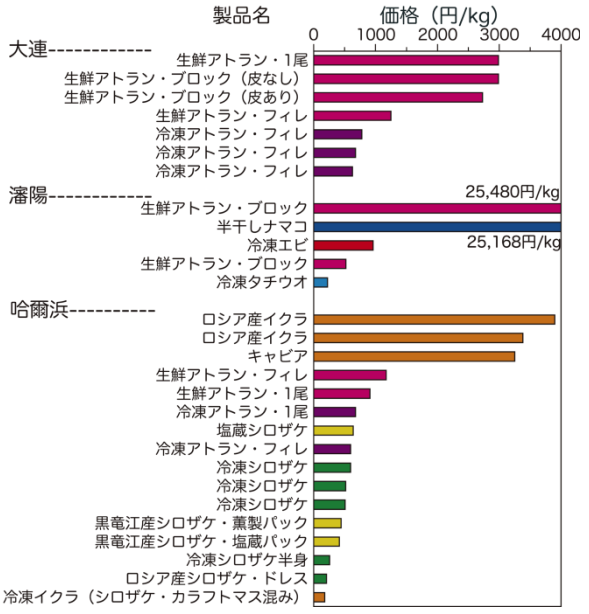


図 2. 中国東北地域におけるサケ類の価格.

①日本からの秋サケは現在販売されていない．②ノルウェー産アトランの価格には幅があり評価が一定していない．東北地域の量販店において販売促進の最中であり，需要は未発達である．流通コストが大きいことも価格形成要因の一つと考えられる．③ロシア産と黒竜江産（地元産）のシロザケやイクラが低価格で販売されていたが，品質は悪く日本では売り物にならない状態（あぶらやけ）であった．④品質が悪くても需要があることから，日本産秋サケの需要拡大の可能性は十分にあるものと考えられる．

中国沿海地域のサケ類の流通消費

上海の久光百貨店は，2006 年にも調査していたが（Salmon 情報, No.1, 2007），当時と比較すると生食用として販売されているサイズが刺身用から柵状へと大きい単位へ変化していた．柵状のものを購入して家庭でも刺身を作る食生活が普及したことを示している．水産加工品の売り場面積も拡大したことから水産物の消費が拡大していることが確認できた．刺身用魚介類の価格はホタテガイ（5,460 円/kg），アトラン（4,290 円/kg），マグ

a　b　c

図 3. a：哈爾浜水産市場のロシア産シロザケドレス（手前）．奥はノルウェー産アトラン，b：哈爾浜ウォルマートの黒竜江産シロザケ，c：上海の久光百貨店で販売される秋サケ加工品.

＊ カルフール，興隆大家庭，ウォルマート；量販店（スーパー），大規模小売店（百貨店）の名称.

ロ・ハマチ（4,160 円/kg），イカ（3,380 円/kg）などであった（図 4.）．一方，石狩水産品有限公司製造の北海道産秋サケ加工品は 1,460-1,820 円/kg，アトラン加工品の薫製サーモンは 5,673 円/kg であった（図 3-c）．

石狩水産品有限公司の呉奇氏によると，「揚子江の南北で食文化が違い，北方は麦が主食であったのに対し，南方は米が主食で醗酵（塩辛，豆腐）の文化が発達した」とのことであり，江南地域の上海と中国東北地域では食文化が異なることが明らかなようである．また「ノルウェー産養殖アトランは一般家庭の食品としては浸透していない」とのことであり，この点については東北地域の調査でも伺われた．このような食文化の違いを踏まえた上で，日本の秋サケを浸透させるには，「日本文化の紹介などの環境作りから始めた上で北海道のブランドイメージを活かす工夫が重要」で，具体的には「番組を製作して日本文化を発信するなど日常的に印象に残るところから行うことが重要であり，食品といえども医学的に裏付けされた効能が示されれば更に販売効果が高まる」という考えであった．

沿海地域の特徴についてまとめると，①沿海地域は米が主食で醗酵文化があり日本の食文化に近い要素を持っており，日本の食文化（郷土料理，漁師の料理など）を発信させることが大切である．②アトランは商品規格を揃える養殖であるため，刺身の形態でしか販売されていないのに対して，秋サケは天然魚であるため品質が異なるが，それを活かした多様な商品作りや売り方が可能である．③沿海地域は所得水準が高く水産物の販売価格も高いので，付加価値の高い商品を受け入れる潜在的ニーズがすでに存在すると考えられる．

秋サケの品質評価と中国消費者の特徴

大連の水産加工会社，新中海産食品有限公司は，日本から秋サケ原料を年 3 万トン輸入し，秋サケ加工を主力に置いている．その理由は，ロシア産シロザケでは身色の赤い魚が 80%に留まっているのに対して，北海道産秋サケでは 95%以上と，日本でのドレス加工時に選別が行われ，原料としての品質が優れているからである．

2006 年の調査で疑問となっていた製造工程の情報として，秋サケ加工時に出る端材の利用については，全て養殖用餌料である魚粉原料にされるということが明らかになった．

中国の消費者の特徴としては，食感，色，品質にこだわりを持っておらず，価格重視の傾向が依然として強い．しかし，20-40 代若年層は身色の赤い魚を嗜好しアトランが浸透していることから，「秋サケ販売には将来性があり，秋サケの美味しさを活かす調理の仕方や栄養成分の表示法などが今後重要になってくる」と新中海産食品有限公司の姜玉涛氏は考えている．この点については石狩水産品有限公司の呉奇氏の「医学的裏付けが重要」とする意見と同様であった．

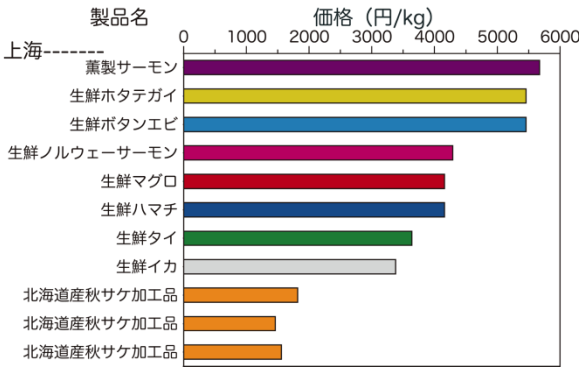


図 4. 中国沿海地域・上海におけるサケ類等水産物の価格．

中国への秋サケ輸出戦略の考え方

中国への秋サケ輸出戦略を考えるにあたって，今回の調査結果からは以下のようにまとめられる．
①中国への輸出を進めるには，日本の内需拡大に対応するのと同様に消費者ニーズを追求することが重要である．
②生食を標準に規格化された養殖サケとは異なり，秋サケは天然魚であり品質が不均一ではあるが，食の安全・安心の観点から消費ニーズは高い．
③品質重視サケ（高品質）や価格重視サケ（低価格）など商品の差別化を図るには，成熟度の選別基準の地域内での統一化を図ることが重要である．
④さらに，日本の潜在的な感性（見えないところも手抜きをしない）を活かした鮮度保持や歩留まりの向上等の加工技術の高度化を図りつつ，中国国内の食文化の違い等を考慮した製品づくりを行うことが重要である．

このように，日本の秋サケの優位性や高度な加工技術を活かした差別化商品の開発を通じて，潜在的に拡大しつつある中国国内消費に向けた輸出メリットは非常に大きいものと考える．

おわりに

調査に当たってご協力いただいた，新中海産食品有限公司の姜玉涛海外事業部主管，石狩水産品有限公司の呉奇社長，アライアンスシーフーズの角居営業本部次長に厚く感謝申し上げる．

サケ種卵に対するミズカビ対策

高橋（たかはし）　悟（さとる）（さけますセンター　さけます研究部）

はじめに

サケ増殖事業において，放流するまでに生じる減耗のうち約7割が検卵するまでに発生しています．この減耗の原因の一つとしてミズカビ病があります（図 1）．2003 年の薬事法改正前までは，主にマラカイトグリーンの使用によりミズカビ病はあまり問題になりませんでした．しかし，マラカイトグリーンが使用できなくなってから，その影響が顕著となったふ化場が多くあります．我々が虹別事業所で行った試験では，ミズカビ病に対して適切な対応を行えば卵期の減耗が 17%から7%程度に低減できました．本稿では，さけますセンターで実施しているミズカビ病への対応策について紹介します．

ミズカビについて

ミズカビ類はミズカビ科の鞭毛菌類です．ミズカビ類は主に遊走子の状態でふ化用水などから流入し，栄養源となる有機物に付着し菌糸を伸ばして綿毛の塊のような状態になり，そこから新たな遊走子が産出され増殖します（図 2）．

1）卵のまわりの水の動き

ミズカビ類はふ化器内の水の動きに影響を及ぼします．ふ化器内では，卵の呼吸や代謝で生じる生理的自然対流により均一な水の流れが生じます（図 3）．しかし，死卵が混入した場合，その周りでは生理的自然対流が起きないため水の流れは悪くなります．そこにミズカビ類が繁殖すると，さらに水回りは悪くなり周囲の生卵にも影響を与えます．サケ卵において，ミズカビ類が繁殖して水の流れが悪くなった際に卵塊が大きくなっていく状況を図 4 に示しました．水流の悪化により，このような状況に陥る危険性があることから，通水性の確保や収容時点で死卵の少ない良質卵を確保することが重要です．

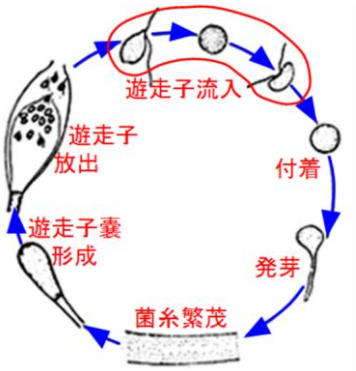


図 2. *Saprolegnia* 属ミズカビ類の生活環（無性生殖時）．（Scott 1964 を改図）．

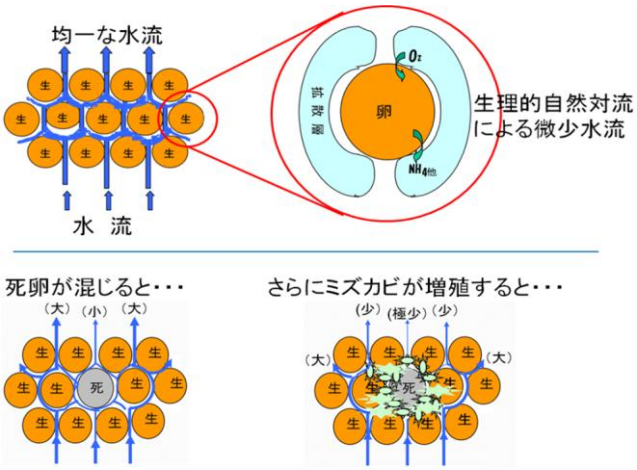


図 3.　卵の周りの水の動き（指導課　2004 を改図）．

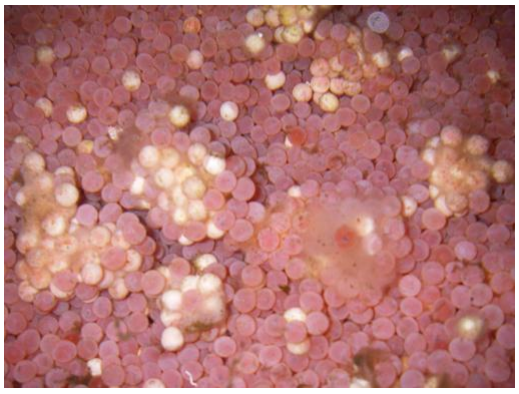


図 1.　ミズカビによる卵塊．

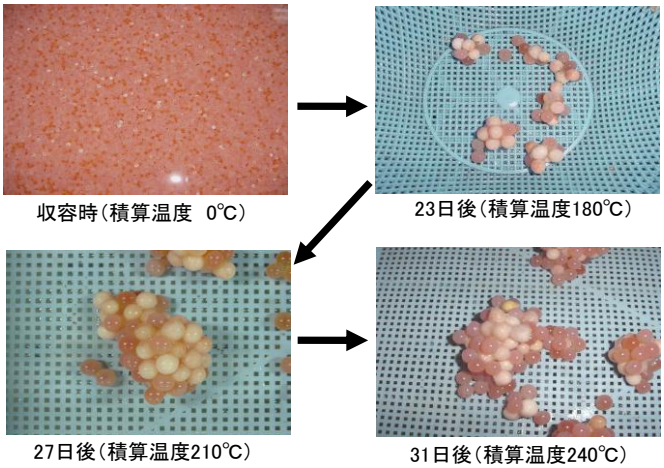


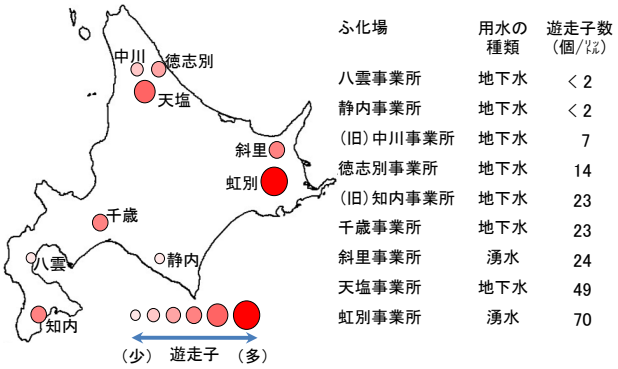
図 4.　水の流れが悪くなり卵塊が大きくなっていく状況．

2）ふ化用水に含まれるミズカビ遊走子の数

事業所 9 ヵ所において 1 リットル当たりのふ化用原水に含まれるミズカビ遊走子数を調べました．採取したふ化用水 100 ml，10 ml，1 ml を滅菌精製水で 200 ml に希釈し高圧滅菌した麻の実をそれぞれ 5 個入れたものを 5 セット用意し，15℃で 1 週間ミズカビ遊走子を培養したのち計数し，ミズカビ遊走子数を最確数法により求めました．その結果，事業所の用水によりミズカビ繁殖の引き金となる遊走子の数が大きく異なることが示されました（図 5）．これらの事業所のうち，斜里事業所と虹別事業所はふ化用水として湧水を使用していますが，その他は地下水を使用していました．

3）ふ化器内における遊走子数の変化

千歳事業所のボックス式ふ化器（3 段）の注水部と排水部で経時的に遊走子数を調べた結果，排水部の遊走子数は経過日数に伴い大きく増加しました（表 1）．そのため，卵の収容期間が長いような場所ではミズカビ被害を受けやすいと考えられました．また，遊走子は水流に乗って流下し，ふ化器の下段部ほど遊走子数が多くなると考えられました．



ふ化場	用水の種類	遊走子数（個/ﾘｯﾄﾙ）
八雲事業所	地下水	＜2
静内事業所	地下水	＜2
(旧)中川事業所	地下水	7
徳志別事業所	地下水	14
(旧)知内事業所	地下水	23
千歳事業所	地下水	23
斜里事業所	湧水	24
天塩事業所	地下水	49
虹別事業所	湧水	70

図 5.　ふ化用原水 1 リットル中に含まれるミズカビ遊走子の数．

表 1.　ボックス式ふ化器（3 段）の注水部と排水部における遊走子数の変化．

経過日数	遊走子数（個/ﾘｯﾄﾙ）	
	注水部	排水部
1	32	33
4	5	23
14	2	2, 400
22	46	4, 800

具体的な対策事例

ミズカビ病対策としては，環境改善によるミズカビ類の繁殖防止や，薬品を用いた直接的なミズカビ類の発生抑制が考えられます．

環境改善による方法は，ミズカビ遊走子の流入量を軽減したり，通水性を改善することが含まれます．この方法は食の安全や環境に配慮した増殖事業が模索されている昨今の情勢を鑑みると理にかなった対応と言えます．当センターでは，具体例として「卵の収容方法の変更」，「注排水方法の変更」，「撹拌」といった方法で対応しています．なお，収容時点の卵の状況や卵管理を行う期間などによっては十分にミズカビ病を抑制できない場合もあります．

薬品による方法は，ミズカビ類を不活化させる働きがあるため非常に効果的です．ただし，使用できる薬品は承認された水産用医薬品（パイセス）に限られ，用法用量や廃棄方法が明確に決められるなど様々な制限が課せられています．

1）収容方法の変更

一般的に卵は上段のふ化器から下段方向に収容しています．下段ほどミズカビ遊走子の数が多くなるので，ミズカビ類が発生しやすいふ化場では卵の収容順序を最下段から横方向の収容に変更し，上の段への収容を遅くすることで流入してくるミズカビ遊走子数の軽減を図っています（図 6）．

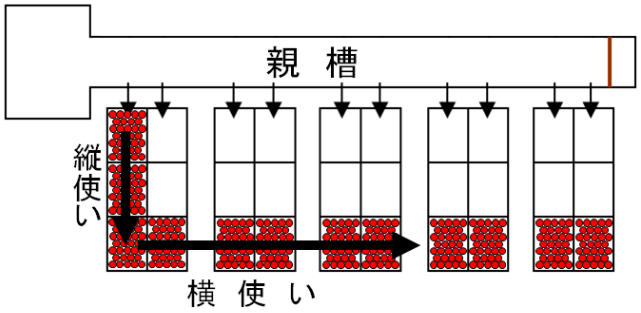


図 6.　収容方法を縦使いから横使いへ変更．

2）注排水方法の変更

一般的にふ化器への注水は 1 列単位で通していますが，極力きれいな水を供給するという目的で 2 段ごとにふ化用水を注水する方法もあります（図 7）．ただし，1 列当たりの注水量が倍量必要となります．近年では適期放流のために水温冷却装置を用いて卵の発生抑制を行うふ化場が増えており，用水量が限られたふ化場では適用できない場合もあります．

3）撹拌

ミズカビ類の発生を放っておくと水回りが悪くなり多くの卵が死んでしまいます．そのため，ミズカビ類の発生状況に応じて静かに卵を撹拌し通水性を確保することがあります．こうした撹拌対応は比較的一般的となっていますが，卵は発生段階により衝撃に対する強さが異なります．特に発

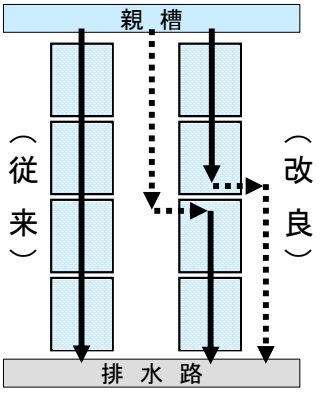


図 7.　注排水方法に改良を加え通水するふ化器数を減数.

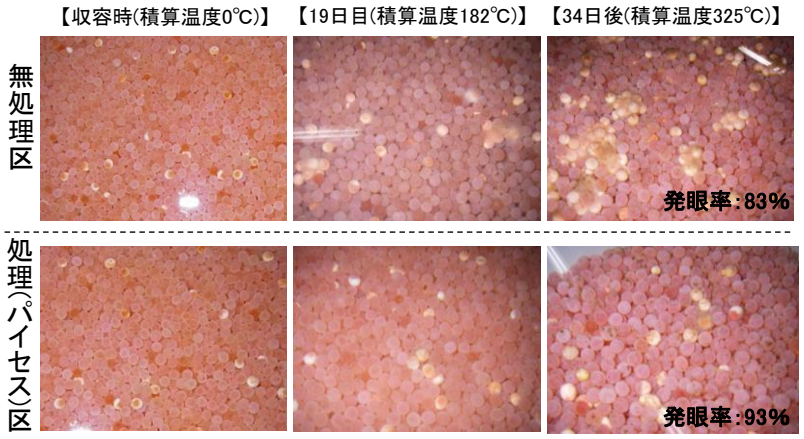


図 8.　虹別事業所で行ったパイセスの効果.

眼前の卵ではやさしく撹拌するなど状況に応じた判断が必要となります.

4）パイセス（水産用医薬品）

平成 20 年にふ化用水中の遊走子数が一番多かった虹別事業所でパイセスの効果試験を行いました．その結果，卵収容後にパイセスに浸漬（週 3 回，用水 1 ﾘｯﾄﾙ当たりパイセス 0.2 ml 添加し 30 分間浸漬）した場合，発眼率は 93%と無処理区の 83%と比べて高く維持でき，ミズカビ類の繁殖をほぼ抑制できました（図 8）.

パイセス使用後の水溶液は 6,666 倍に希釈排出することが義務づけられています．そのため，希釈排出が容易に達成できないと思われ，パイセスの使用が断念されがちでした. 薬剤使用量は循環方式での使用であれば掛け流し方式に対して約 70%に軽減することができます．したがって，薬液の量を最小限に抑えるために薬液を循環させたり，廃液を養魚池など大きな器に貯留後に少量ずつ排出することで希釈排出基準を達成できると考えられます.

おわりに

当センターで実施しているミズカビの対策事例を 4 例紹介してきました．食の安全や環境保全，コスト低減に配慮し，さらに卵への不要な刺激をできるだけ避けるといったことを考えた場合，以下のような考え方での対応が考えられます.

①環境改善の「収容方法の変更」や「注排水方法の変更」のいずれかまたは両方を試みた上でミズカビ類の発生状況を確認する．②抑えきれない場合には「撹拌」で通水性を確保し環境悪化を防ぐことで卵の生残率低下を抑える．③それでも生残率が低くなってしまう場合や，作業負担が著しく増えるなど管理体制に困難をきたす場合は，水産用医薬品「パイセス」を使用しミズカビ類を不活化させる方策を取る. このような基本的考えで，各現場の実態にあった対応をして頂きたいと思います.

以上の対策は，良質卵が確保されているという条件が根底にあります. そこに不安がある場合は，捕獲，蓄養や採卵方法の再検討を行った上で今回紹介した方法を試して頂きたいと思います．当センターでは，今後もさらに効果的なミズカビ病対策の開発をしていきたいと考えています.

参考文献

野村哲一．2005．サケ・マス卵の病気－水カビ病と卵膜軟化症－．さけ・ます資源管理センター技術情報, 171: 29-43.

Scott, W. W. 1964. Fungi associated with fish diseases. Develop. Ind. Microbiol., 5: 109-123.

指導課．2004．ふ化放流技術マニュアル．季刊紙さけ・ます通信，7: 1-3. (http://salmon.fra.affrc.go.jp/kankobutu/paper/paper07.pdf)

本場事業第二課．1955．水生菌の予防について．魚と卵，昭和 30 年 9 月号: 28.

山本淳. 2002．サケ科魚類の水カビ病．養殖, 2002 年 8 月号: 35-36.

仔魚育成用ネットリングの敷設条件の検討

飯田真也（いいだまさや）（さけますセンター 北見事業所）

はじめに

北海道の多くのふ化場では，卵からふ化して浮上するまでを養魚池と呼ばれる約 1.7 m 幅のコンクリート水槽に砂利を敷設する方法で管理しています．砂利を敷き詰める方法は，古くから行われてきましたが，飼育事業が導入されると，当初は養魚池内で給餌していたため，砂利の存在が池の環境悪化を招くことが問題となり，砂利の代わりに撤去しやすい様々な資材の検討がなされました．その中で比較的有効とされたものが汚水処理装置等の充填剤として使用されていたネットリングです（原田ら 1985，小林 2009）．

飼育専用池が整備された北海道では，養魚池が専用化され．稚魚が安静を保ちやすいという考え方に立って，長い間，砂利を用いることが推奨されてきました．一方，本州では養魚池に替わり浮上槽が使われるようになっています．

近年になって，養魚池から飼育池へ稚魚を移動させる際，簡易に撤去出来る利便性や清掃作業の省力化などを優先し，ネットリングを用いるふ化場が増えています．特にオホーツク東部･中部地区の民間ふ化場には広く普及しており，当地区にあるさけますセンター斜里事業所でも，施設構造上，自然流下で稚魚の移動を行うことが出来ないため，上記利便性を理由に，2010 年度から，養魚池 30 面のうち 18 面をネットリング管理へシフトしました．

現在，この地区における一般的なネットリングの使用方法は，養魚池ふ化盆と同じくらいの幅に束ね，養魚池内に一定の間隔で敷設していますが（図 1），その間隔は場所ごとに経験に基づいて設定されているのが実態です．しかし，それぞれの養魚池を観察すると，同じ発育段階であっても，敷設間隔の違いによって，仔魚のいる場所や運動量に変化があることが確認され，ネットリング敷設条件の違いが，仔魚の行動や成長に差異をもたらすことが考えられました．

過去に行われた試験では，ネットリングに種々の間隔を設けた場合，間隔が狭いほど稚魚の移動は少なく安静化を保つ傾向にあるが，管理方法の工夫でネットリング使用数の減少はある程度可能（原田ら 1985）との報告がなされています．

そこで今回は，どのようなネットリングの使用法が仔魚に適しているかを検討してみました．

方法

北見事業所の養魚池 2 面を比較試験の実験区とし，1 区はネットリング束を 20 ㎝間隔で敷設して養魚池の 72.9%がネットリングで覆われるようにし，もう 1 区はネットリング束を 40 ㎝間隔で敷設，55.4％が覆われるように設定しました（図 2，表 1）．ネットリング束はネットリングパイプ（直径 30 φ，長さ 163 ㎝）17 本を細い紐で縛り合わせたものを用いました．試験には，常呂川において 2009 年 9 月 14 日に採卵されたカラフトマスの卵 120 万粒を供し，ふ化直前（積算水温約 580℃）に試験区 1･2 へ重量密度 3.2 kg/㎡で散布しました．以後，積算水温で約 50℃ごとに平均体重(水切り*）と養魚池の注・排水部の溶存酸素量の測定を行い，仔魚の酸素消費量を求め，浮上時には，両区 60 尾の魚体重を計測しました．なお，試験期間中の水温はほぼ6℃で推移しました．

図 1. ネットリンクの敷設事例（ネットリングの上にふ化盆を重ねて配置）.

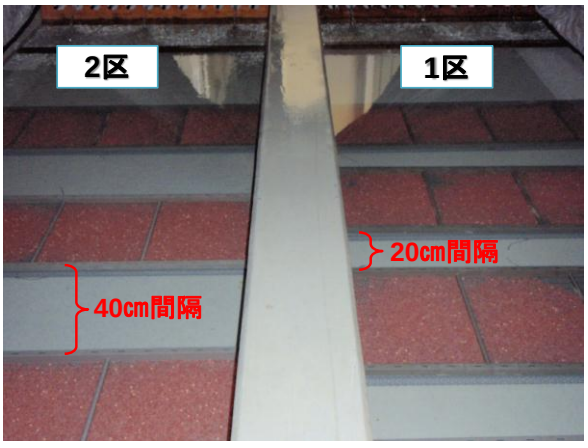


図 2. 試験設定（1 区：20 ㎝間隔　2 区：40 ㎝間隔）.

表 1.　試験設定データ.

試験区分	養魚池サイズ			ネットリング設置状況			注水量	
	池長(m)	池幅(m)	水深(cm)	設置数	間隔(cm)	占有率	注水量(ℓ /分)	流速(cm／分)
1 区	20	1.65	8.6	25	20	72.9%	72.5	0.85
2 区			9.2	19	40	55.4%	70.7	0.78

結果

1）体重の推移

平均体重の推移を図 3 に示します. 両区共に順調に成長し直線的な増加傾向を示しました. 図には比較材料として砂利を敷設した養魚池で育成した 2008 年級カラフトマスのデータもプロットしていますが, 砂利敷設区と試験区の体重推移には明らかな差は認められませんでした.

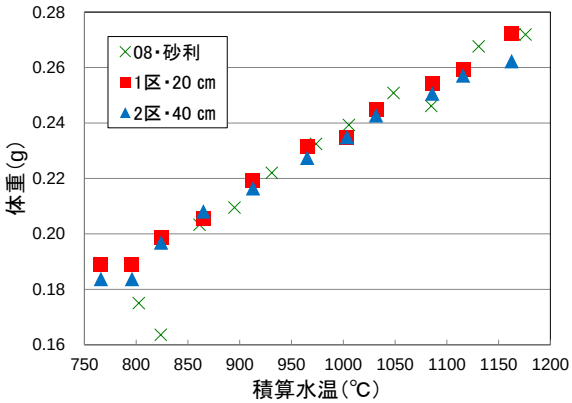


図 3.　平均体重の推移(*無作為に数百尾程度抽出し, 水をできるだけ切った状態で, 総重量を量り, 抽出した尾数を数えて, 1 尾あたりの魚体重を求めた).

2）浮上時の魚体重

各試験の浮上魚 60 尾について体重測定を行いました. 体重の平均及び標準偏差は表 2 のとおりでした. この浮上時の体重について t 検定を行ったところ, 1 区と 2 区の平均値には有意な差が認められました（$P<0.01$）.

表 2.　浮上時の魚体重.

	平均(g)	標準偏差
1 区(N=60)	0.2595	0.020
2 区(N=60)	0.2483	0.027

3）酸素消費量の推移

両試験区の仔魚千尾あたりが1分に消費する酸素量の推移を図 4 に示しました. 積算水温 850℃前後では, 2 区に比べて 1 区の方が若干酸素を多く消費していましたが, 900℃付近から 2 区の消費量の方が大きく, 浮上に向けて差が大きくなっていくという傾向が見られました. 積算水温 1030℃から 1200℃にかけて差が認められるようになり, 1160℃付近でその差が最大となりました（図 5）.

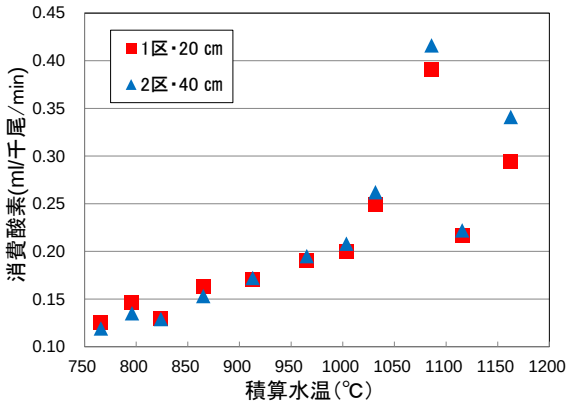


図 4.　酸素消費量の推移.

4）行動観察

目視観察による行動の変化を以下に記しました.

ふ化してから積算水温 900℃前後までの両試験区の仔魚に行動の違いは認められず, 両区ともに仔魚がネットリングの中ではなく, 束と束の間のむき出しの池底面に多く見られました. 積算水温 900℃頃から, 懐中電灯を用いた観察において光を嫌う行動が見られるようになり, ネットリングの中に入る仔魚が多くなりました.

1 区は, 積算水温約 1050℃までにほとんどの仔魚がネットリング内に入り込んでいる様子が見られました. 積算水温 1050℃以上になると, 何かに寄り添うように壁やネットリングへ集まる行動が目立ち始め, 浮上間際まで続きました.

2 区は積算水温約 950℃からネットリング内に収まりきらない個体が出始め, ネットリングに入ろうとして入れない, 突き刺さるような行動が目立ち始めました. 積算水温約 1050℃からネット

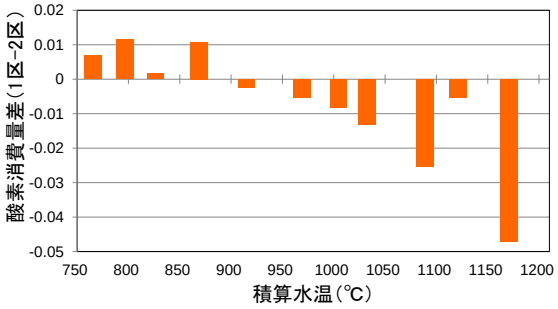


図 5.　酸素消費量の差違.

リング束の間で渦を巻くように泳ぐ群れが現れ，その規模は浮上まで増え続ける傾向にありました．

5）養魚池内の減耗

養魚池内での減耗は表 3 のとおりです．この結果から，両区における生残率の違いはないと考えられました．

表 3. 養魚池内の減耗.

	収容数（粒）	浮上時減耗数（尾）	生残率（%）
1 区	566,000	2,100	99.6
2 区	555,800	3,200	99.4

考察

今回の試験によって，ネットリングの敷設間隔が広い 2 区に比べて，間隔の狭い 1 区で育成された仔魚の方が，浮上時の体重は大きいという結果が得られました．

この原因としては，酸素消費量が積算水温 1050℃付近から 1 区に比べ 2 区の酸素消費量が大きくなっていることから，2 区では運動量が大きくなり，さいのうに蓄えられた栄養分を運動エネルギーとして多く使ってしまったことが考えられます．目視観察において 2 区の運動量が大きかったこととも符号します．栄養分の転換効率を示す指標として浮上体重／卵重を算出すると，1 区 142%，2 区 136%，2008 年級の砂利敷設区は 142%であり，この限りにおいて 1 区は砂利敷設区と大差ないように思われました．

以上のことから，仔魚を安静に保つためのネットリング敷設方法は，養魚池に対してネットリングの敷設率を 73%程度とすることが望ましいと考えられました．それ以下では，仔魚の隠れるスペースが不足し，収まりきらなかった仔魚の運動量を増加させることになると考えられます．

また 1 区に比べ 2 区の体重の分散が大きかったことは，稚魚のバラつきが大きくなることにもつながり，その後の飼育管理にも影響を及ぼすと考えられました．

ネットリング単価は注文する数や長さにより変動しますが，今回使用したものは，1 本あたり 380 円でした．敷設率 72.9%とした 1 区には 425 本使用し 16.2 万円，敷設率 55.4%とした 2 区には 323 本使用し 12.3 万円ほど掛かりました．ネットリングは丁寧に扱えば半永久的に使用出来ますので，導入を検討する際の参考にしていただければと思います．

おわりに

本試験はカラフトマス卵を重量密度 3.2 kg/㎡で散布した水温 6℃の養魚池で実施しており，他魚種の場合や，水温の違い，より濃い密度の散布など，ふ化場環境条件の差により異なる結果になることも十分考えられます．しかし，ネットリング使用方法の差が仔魚の成長･行動に変化を与えることは明らかです．この結果を参考にしていただき，各ふ化場における最良のネットリングの使用法を探求していただければ幸いです．

引用文献

原田 滋・松村幸三郎・藤瀬雅秀．1985. 養魚池の砂利代替品試験．魚と卵， 155: 11-14.

小林哲夫. 2009. 日本サケ･マス増殖史．北海道大学出版会， 札幌. 305 p.

フィッシュポンプと大型水槽を用いた食酢食塩水浴

加藤雅博（かとうまさひろ）・渡邊勝亮（わたなべまさあき）・小倉康弘（おぐらやすひろ）（さけますセンター 虹別事業所）

はじめに

さけますセンター虹別事業所では，地域個体群を代表する河川の一つである西別川において，遺伝的特性を維持するためのふ化放流を実施しています．また，全ての稚魚に耳石温度標識を施し，放流後の稚魚の移動や回帰親魚の回遊経路など各種調査を行っています．そのため，放流する稚魚を健康に育てることはとても重要です．

サケ稚魚の健康を阻害する要因の一つとして，原虫の寄生があります．外部寄生虫の駆除には，ホルマリンが極めて有効であることが知られていますが，平成 15 年の薬事法の改正によりホルマリンの使用が全面禁止されたことから，食塩等を用いた対策が行われています．

虹別事業所では，外部寄生虫であるトリコジナ（図 1）が養魚池段階から稚魚に寄生します．そのため，浮上時から放流までに 2 回程度，食酢食塩水浴を行い，トリコジナを駆除する必要があります．その方法として，これまでは 1 m^3 水槽を 4 基用い，稚魚を曳き網で集めた後，ザルで掬い上げて計量し水槽に収容，食酢食塩水浴後，再びザルで掬い上げて洗浄した池に戻すという方法で行っていました（図 2）．しかし，虹別事業所では毎年 2,500 万尾もの稚魚を生産しており，連日行うこれらの作業は重労働であり，また，こうした作業が稚魚に過大なストレスを与えることが懸念されていました．これらの課題を解消するために，フィッシュポンプと大型水槽（図 3）を用いた作業効率の改善に取り組みましたので，その概要を紹介いたします．

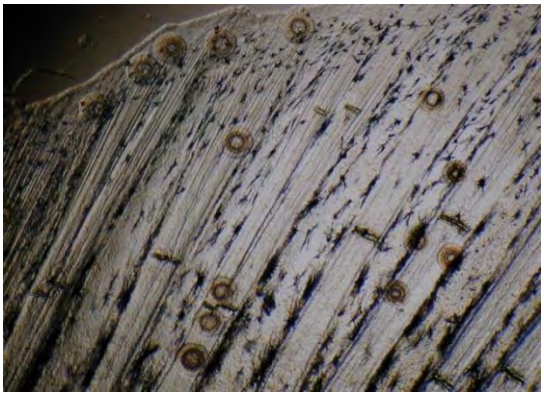


図 1．サケ稚魚に寄生したトリコジナ．

図 2．以前の食酢食塩水浴．

図 3．フィッシュポンプと大型水槽等を組み込んだ作業施設．

食酢食塩水浴の作業の流れ

虹別事業所では，食酢 0.3%，食塩 0.5%に 30 分浸漬する方法でトリコジナを駆除しています．改善後の作業の流れは次のようになります(図 4)．①まず，曳き網で稚魚を集めます．曳き網から直接フィッシュポンプで稚魚を吸い，水槽に収容します．これを数回繰り返して池 1 面分の稚魚全数を水槽に収容します（約 10～20 分）．②なお、食酢食塩水浴後に，稚魚を別の飼育池に移す場合は計量して隣の池の生簀に入れてそこから吸います．③稚魚が水槽に入ったらバルブで水槽内の水量を調整します．④調整後，別の専用タンクに溶かし

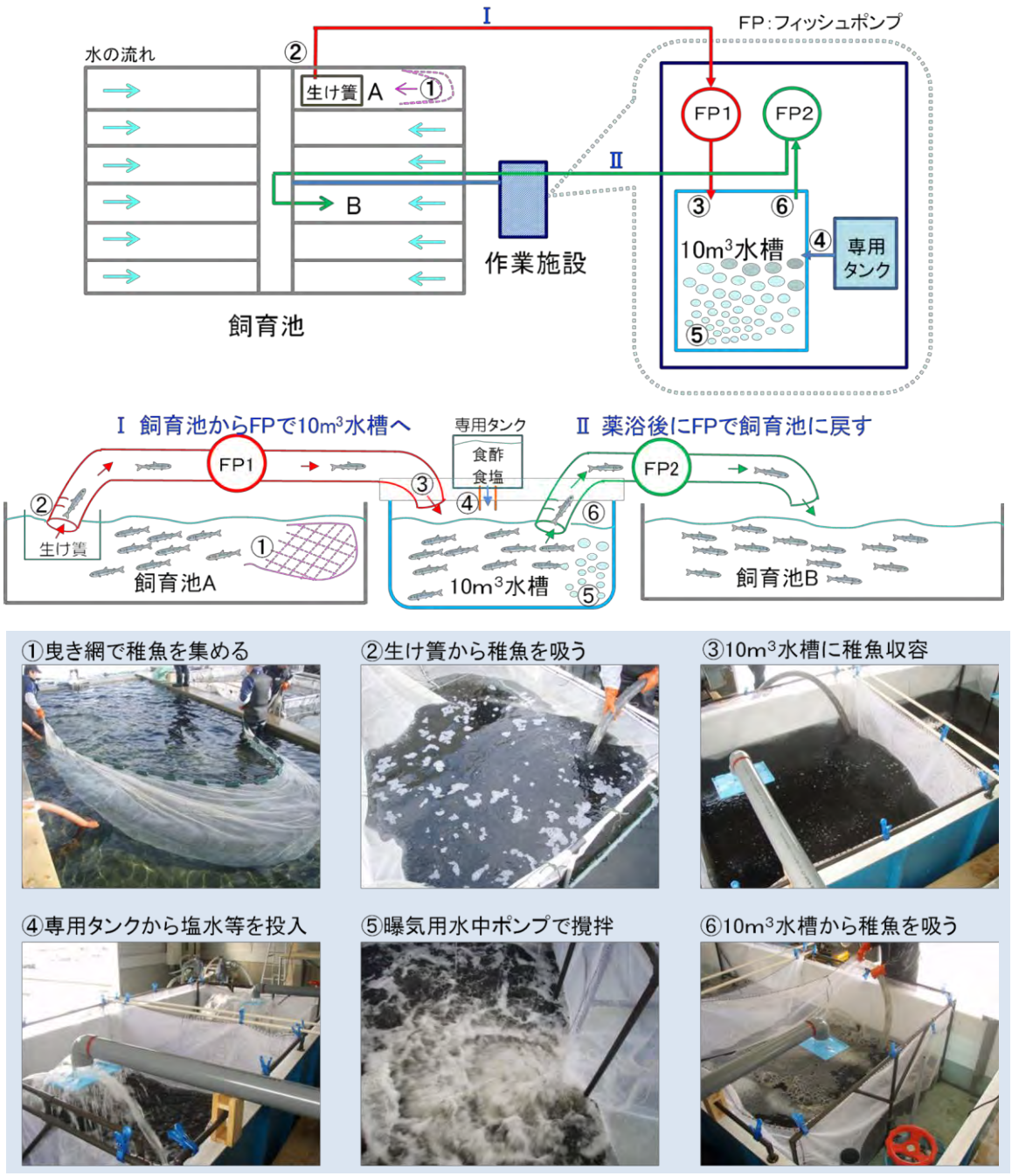


図 4. フィッシュポンプを用いた食酢食塩水浴の作業の流れ.

ておいた食酢食塩水 500 L を大型水槽に投入します．水量は 500 L の食酢食塩水を投入した時，ちょうど規定の濃度になるようにします．専用タンクに投入する食酢食塩の量は大型水槽の水量に合わせ調整しますので早見表を作成しておくと便利です．⑤曝気用水中ポンプで十分に撹拌した後，ポンプを止めて食酢食塩水浴の開始となります（水量の調整，食酢食塩水の投入撹拌で約 5 分）．⑥30 分後食酢食塩水浴が終了したら，再びフィッシュポンプで吸い上げて池に戻します(約 5 分)．これら一連の工程で約 1 時間程度の作業になります．

改善のポイント

今回，稚魚の移動のために導入したフィッシュポンプ（図 5）は，海産魚の種苗生産の現場などで使用されており，最近ではさけますセンターでも池間の移送や，輸送タンクへの収容などに使われ始めています．移送場所間の高低差にも影響されず，遠くまで移送できる点や，魚を吸う速度を目盛で調整できるなどの利点があります．稚魚を曳き網から直接フィッシュポンプで吸って水槽に収容することで，ザルの受け渡しの作業がなくなり，作業量や必要人員が少なくて済みます．また，稚魚を水から上げることがなくなる分，稚魚への

図 5. フィッシュポンプ.

図 6. バルブとオーバーフロー管.

ストレスも軽減されるのではないかと考えられます.

大型水槽は 10 m^3 水槽を設置しました. これは, 飼育池 1 面分の稚魚が一度に全部収容できる大きさということです. 水槽の中には, 稚魚を集めやすいように, イレクター（プラスティックコーティングされた鉄パイプ）で作った枠を設置（図 4 の⑥）し, その枠に生簀を張ってその中に稚魚を収容していますが, 収容する稚魚の密度を生簀の体積の 10%としても, 800 kg の稚魚を収容することができます. これは虹別事業所の飼育池 1 面当たりの飼育可能量（700 kg）より大きい値となります.

大型水槽は既製品のままでは排水管が細く排水に時間がかかるなど, 使いづらいところがありました. そこで側面に別途大型のバルブを付けて, 水量の調整を速やかに行えるようにするとともに, オーバーフロー管を付けて水があふれないようにするなど改造しました（図 6）. また, 水槽の水量が細かくわかるように目盛をつけました. ここが一つのポイントで, 稚魚の魚体重と尾数, つまり総重量が分かっていれば稚魚の計量も必要はなくなり、大型水槽の水量を調整すれば良いことになります. また、水槽内の生簀網は大小 2 種類用意し, それを使い分け, 浮上時の食酢食塩水浴時など総重量が小さい場合は小生簀を 2 つ張り, 飼育池 2 面分を一度に処理できるようにしました.

これらの費用については, フィッシュポンプがホースとカップリングを含め 1 台約 200 万円, 10m^3 水槽が約 100 万円かかりました. 食塩を溶かす小型水槽は以前の食酢食塩水浴で使っていた 1 m^3 を改造して作成しました. その他生簀網と水槽内部の枠は手作りし, 水中ポンプ, 食酢や食塩を水槽内で均一に混ぜるための曝気用水中ポンプ, 酸素の分散器, 調整器, 酸素ホースなどはそれまで使っていたものを利用しました. 今回のケースでは, 材料費と水槽の改造費などを合わせるとフィッシュポンプと 10 m^3 水槽の他にプラス 50 万円ほどでできました.

おわりに

今回, 大型水槽を用いた方法を紹介しましたが, 基本は小さい水槽で行うのと同じです. 適した食酢食塩水の濃度や浸漬時間などは, 各ふ化場の水温や pH, 寄生した原虫の種類や魚の状態によって異なります. 各ふ化場で, 水槽などで事前に試験をして適した濃度や時間を探ることが必要です. もちろん飼育環境を良好に保って稚魚のストレスを減らし, 病気を蔓延させないことや, 稚魚の状態を常に観察して, 病気の早期発見をすることが重要であることは言うまでもありません.

また, 食酢食塩水浴後の排水については, 環境に十分に配慮する必要があります. 虹別事業所の場合は, 排水について十分に希釈して排出するようにしています. さらに, 河川の生物に影響がないか定期的にモニタリングを行っています.

これまでのところ, フィッシュポンプを使った外部寄生虫駆除は, 大きなトラブルもなく, 食酢食塩水浴後の稚魚の状態も良好です. 今後も装置の細かい部分の再検討や作業全体の見直しを行い, さらに稚魚のストレスを減らせないか, さらに効率化, 省力化できるところはないか, 安全に作業するために改善すべきところはないかなどを考え, 改良していきたいと思います.

さけます関係研究開発等推進特別部会

石黒武彦（いしぐろたけひこ）（さけますセンター 業務推進部）

はじめに

平成 22 年 8 月 4 日に札幌市において，「さけます関係研究開発等特別部会」を開催しました．

本特別部会は，さけます類に関する研究開発等について，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「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．

さけます研究部会

まず，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 14 機関 60 名の参加の下に「さけます研究部会」を開催しました．議事内容は以下のとおりです．

平成 22 年度調査研究計画　参加 6 道県，2 大学の試験研究機関から平成 22 年度新規課題を中心にさけます関連調査研究計画について報告され，水産総合研究センターから平成 22 年度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 21 年度の標識放流結果と平成 22 年度の標識放流計画についてさけますセンターから報告し，参加機関以外の情報漏れ等があった場合にはさけますセンターに情報提供し，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．

サケ資源変動に関する検討結果と今後の連携

平成20年度のサケ来遊数の減少要因について，昨年の中間報告に平成 21 年度の回帰から得た情報を加えて分析した結果について，参加した機関との意見交換を行い，最終報告として，午後の成果普及部会に報告することが確認されました．

また，サケ資源動態に関する研究開発として，平成 22 年度農林水産技術会議の実用技術開発事業の「三陸リアス式海岸における放流後のサケ幼稚魚の誘引保育放流技術の開発」計画を東北区水産研究所から，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」の細部課題「日本系サケ資源への温暖化影響予測と対応技術の開発」計画をさけますセンターから紹介し，意見交換を行いました．

写真 1.　さけます研究部会会議全景．

写真 2.　永沢さけます研究部長による「サケ資源変動に関する検討結果」の報告．

今後の連携に向け，道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場と山形県内水面水産試験場から，外部資金による連携研究の要望が出され，意見交換の結果，道総研さけます・内水試とさけますセンターでたたき台を作成し，プロジェクト研究課題応募の可能性を検討するための「ネット協議」を行うこととされました．また，岩手県水産技術センターから，さけます研究部会のあり方について再検討すべきとの要望が出され，水研センターとして，ブロック研究開発等推進会議のあり方について検討を進めているところであり，この検討結果を踏まえ改善を図りたいと回答するとともに，さけます研究部会の「太平洋ブロック」と「日本海ブロック」での分離開催を検討するため，各道県試験研究機関にアンケート調査を行うこととしました．

モニタリングデータの共有化　さけますセンターから，各機関が収集するモニタリングデータの共有化について，これまでの経過を説明するとともに，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 で配布することを提案しました．その後，各機関との意見交換を行い，モニタリングに関する相互協力を再確認し，提案どおり CD での配布することが確認されました．

平成 21 年度研究開発成果情報　昼食後に再開された部会では，水研センターから 2 つの研究開発成果情報を提供しました．さけますセンターは「外洋域における日本系サケの分布様式とサケ混合集団の系群組成」と題し，日本系サケ未成魚は夏季ー秋季ベーリング海一帯に広く分布しているが，その分布様式には偏りが生じている可能性が示唆されたことを報告しました．また，北海道区水産研究所は「さけますの体サイズ及び年齢と最適水温/分布水温」と題し，大型魚ほど低い水温で成長がよいこと，水温が低い場所ほど大きい魚が多いこと，温暖化に伴い大型魚の成長に影響が生じやすいことを報告しました．

サクラマス分科会　さけますセンターから，昨年の分科会の概要及び平成 22 年度農林水産技術会議の実用技術開発事業に応募したが採択されなかった要因を報告しました．また，新潟県内水面試験場及び日本海区水産研究所から研究課題の提案がなされ，競争的資金獲得に向けてサクラマス分科会を継続することとし，今年についてはネットワークによる意見交換を行うことが確認されました．

さけます成果普及部会

研究部会に引き続き，関係道県の行政機関，増殖団体，漁業団体等も加えて 60 機関 231 名の参加の下，「さけます成果普及部会」を開催しました．

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山下課長から挨拶を頂き，議事に入りました．議事の概要は以下のとおりです．

資源情報　「平成 20 年のサケ来遊数の減少をどのように考えるか」と題し，さけますセンターが平成 20 年度のサケ来遊数の減少要因について関係機関と検討を行った最終報告を行いました．その内容は，5 年魚で回帰した平成 15(2003)年級の来遊減も関係していたこと，回帰ルートの高水温が最大の要因であること，来遊数の変動には，北洋域及び回帰ルートの環境も無視できない場合があること，隔年ごとの豊度変動の要因分析が今後の重要課題であることなどです．

写真 3.　さけます成果普及部会会議全景．

写真 4.　来賓挨拶：水産庁山下栽培養殖課長．

写真 5.　北太平洋におけるさけます資源および海洋環境：北水研福若浮魚・頭足類生態研究室長（左），平成 22 年度サケ来遊資源情報：斎藤資源研究室長（右）．

次に，「北太平洋におけるさけます資源及び海洋環境」と題し，北海道区水産研究所が平成 22 年夏季に北太平洋及びベーリング海で実施したさけます資源調査で得られた表面水温，さけます豊度の最新情報を報告しました．

更に，さけますセンターが「平成 22 年度のサケ来遊資源情報」と題し，平成 22 年度のサケ来遊資源推定を試みた結果，従来からの推定法のシブリング法では，オホーツクと根室は前年をやや上回る推定，太平洋及び日本海は前年並みの推定となったこと，放流種苗サイズや沿岸水温等の環境要因を使った重回帰モデルで，オホーツクと根室，及びえりも以西と本州太平洋のサケ来遊見込を推定した結果，シブリング法による推定とほぼ同じ結果になったことを報告しました．

成果情報 さけますセンターから以下の3つの情報提供を行いました．まず，「サクラマスのまもり方・ふやし方」と題して，水研センター交付金プロジェクト研究「河川の適正利用による本州日本海域サクラマス資源管理技術の開発」で作成した普及広報用パンフレットで提言した①遡上親魚を守る，②産卵できる場所を守る・ふやす，③種苗を選んだ適切な放流，④適切な漁業管理に基づく資源の保全と効率的利用の促進について，具体的な事例を紹介しました．

次に「石狩川本流サケ天然産卵資源回復試験」と題して，平成 20 年度から開始した天然産卵資源回復をめざした石狩川本流でのサケ稚魚の試験放流や河川調査等の地元市民団体等が協力した取組情報について報告しました．また，「サケ種卵に対するミズカビ対策の紹介」と題して，虹別事業所におけるパイセス使用状況等，現場で取り組んでいるミズカビ対策について報告しました(詳細については本誌 15 頁を参照)．

なお，成果普及部会の配付資料は，以下の当センターWeb ページからダウンロードできます．
http://salmon.fra.affrc.go.jp/kaigi/H22bukai.htm

意見交換 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．事前に提出された要望及び意見として，(社)北海道さけます増殖事業協会から，北海道日本海区の秋さけ資源が落ち込んでいることから，資源回復のために取り組むべき対策についての要望が出されており，さけますセンターは，同海区の資源変動が大きくなる要因と考えられる海域の特性を説明し，今年度から開始する農林水産技術会議事務局の温暖化プロジェクト研究課題において，本州を含めた日本海サケ資源変動モデルの解析を進めていくと回答するとともに，現時点で考えられる具体的な対応策について提案を行いました．

岩手県水産技術センターから研究部会と成果普及部会の分離開催，成果普及部会への本州各県の関わり方についての要望，質問が出され，さけますセンターは，さけます研究部会の開催方法について，後日，各道県試験研究機関から意見集約を行うことを報告するとともに，成果普及部会は北海道，本州の枠を超えた各機関・団体の交流・情報交換の場として活用してほしい，また，地元での情報提供等の要望があれば，技術講習会や講師派遣等で対応できるので遠慮なく要請してほしいと回答しました．

この他，秋田県関漁業生産組合から，「県の稚魚買い上げ金の減少によりふ化放流の継続が困難な情勢であり，ふ化放流を行う内水面と漁獲する海面とが今後も共存共栄していくため，両者の連携が大変重要」との意見が出されました．

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」50%，「まあまあ」48%，「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」54%，「まあまあ」44%，「あまり」または「いいえ」2%の回答でした．「業務に役立つ内容」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「サケ種卵に対するミズカビ対策の紹介」をあげています．また，「取組むべき課題」としては，自然産卵を含む繁殖保全，サケの回帰行動，来遊資源量が減少傾向にある日本海サケ資源を重点とした研究開発の展開についての要望が出されました．

また，さけます研究部会の開催方法について，各道県試験研究機関から意見を取りまとめたところ，①従来どおり，札幌市で成果普及部会とともに開催すること，②サケ来遊資源とその増殖に関する課題を定例化することなどの意向が示されました．

おわりに

水研センターでは，本年度が平成 18 年度から 5 ヵ年間の第二期中期目標期間の終了年となり，平成 23 年度からは新たな第三期中期目標期間に入ります．このため，水研センターでは研究開発等推進会議のあり方についても検討が進められているところです．本特別部会では，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部会開催に努めて参りました．本年度はさらに道県試験研究機関を対象にさけます研究部会に関するアンケート調査を実施したところです．これらアンケート調査等で寄せられた関係者各位の意向も踏まえつつ，新たな本特別部会の開催について検討を進めて参ります．

写真 6. 要望、意見交換.

2010 年北太平洋遡河性魚類委員会の動き

永沢（ながさわ）　亨（とおる）　（さけますセンター　さけます研究部）

はじめに

北太平洋遡河性魚類委員会（NPAFC）は 1993 年に発効した「北太平洋における遡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．2010 年 11 月 1 日から 5 日にかけて韓国釜山広域市において第 18 回 NPAFC 年次会議が開催された．日本からは政府代表として水産庁資源管理部の福田安男指導監督室長および北海道大学岡本純一郎教授の 2 名が，他に専門家として私を含む 7 名が参加した．全体会議に加え，委員会からの付託を受け，公海域でのさけます類の漁業取り締まりを担当する取締小委員会（ENFO），組織と財政問題を担当する財政運営小委員会（F&A），科学情報の収集及び科学調査の立案を中心に活動する科学調査統計小委員会（CSRS）の計 3 つの小委員会が開催された．ここでは，筆者が参加した CSRS で議論された内容を概説する．

科学ドキュメントの検討

2010 年度に各締約国から CSRS に提出されたドキュメントは約 60 編であり，その中からトピックスと思われるもの各国数題ずつがスライドで紹介され会場で議論が行われた．各国とも興味の中心はやはり気候変動とさけます類の応答についてであった．2010 年漁期にフレーザー川水系のベニザケが予想外の高水準となったカナダからは，ジョージア海峡への降海時期の差異によって系群ごとの生残が異なることを強調した発表が印象的だった．ロシアからは大型トロール調査船を運航しての餌生物を含む生態系総合調査結果を精力的に発表していた．米国の発表では幼魚調査結果を利用してのカラフトマスの回帰予測モデルに環境パラメータを付加して改良している取組が興味深かった．日本からは今回で最後となるベーリング海での若竹丸流し網調査結果を中心としたドキュメントを紹介した．

残念ながら，調査船調査を取り巻く状況は厳しく，日本では漁獲枠の無い海域での調査や資源変動予測に直接貢献しない調査は実施が困難になりつつある．他の締約国においても，調査は自国の 200 海里内が中心で本来の NPAFC 条約水域である公海域における試験研究はやや停滞気味と感じられた．今後も日本系のサケが多く回遊する条約水域における調査を継続していくには，「各国系群の混交する条約における母川国の国際的責任を果たす」といった原則的理由や細かな科学的的知見だけではなく，公海調査で得られた結果の波及効果と意義について広くアピールして行く必要性を感じている．

図 1．年次会議本会議．

図 2．CSRS に参加した筆者ら日本側代表団．

新たな科学計画（2011-15 年）

今回の年次会議での大きな進展は 2011 年から 2015 年にかけての新科学計画が採択されたことがあげられる．主題は ”Forecast of Pacific Salmon Production in the Ocean Ecosystems under Changing Climate（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）” ということで最終到達目標は太平洋さけます資源の年変動を予測するという内容になっており，日本側としても最も興味がある主題である．この計画には，1）さけます幼魚の回遊と生残，2）ベーリング海および隣接海域におけるさけます類の生産に与える気象変化の影響，

3）北太平洋生態系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）さけます類の管理のための系群識別手法の発展と応用　という 5 つの表題が含まれている. 今後は各締約国がこの新科学計画の方向性を考慮して国別の調査計画を作製していくことが求められる.

国際ワークショップの開催

NPAFC の重要な任務の一つにさけます類の科学的知見の充実があげられるが, 現在の太平洋さけます資源量が歴史的に高い水準であることを受け, 2011 年の 10 月 30-31 日にカナダＢＣ州バンクーバー島ナナイモ市において ”NPAFC International Workshop on Explanations for the High Abundance of Pink and Chum Salmon and Future Trends （サケとカラフトマスの高豊度要因と将来トレンドに関するワークショップ）”を開催することが決まった. これは 1980 年代以降全体として高水準であるさけます類でもサケとカラフトマスが増加後高水準を続けているのに比べ, ギンザケやマスノスケそしてサクラマスが低い水準のままであることに着目した主題となっている. すでに NPAFC のウェブサイトに案内が掲載されているので, 興味のある方は是非参加を検討していただきたい. (http://www.npafc.org).

発表要旨の締め切りは 2011 年 5 月 31 日である. また, 2012 年には NPAFC 創立 20 周年となるため, 記念として科学出版物 “Life Histories of Pacific Salmon and Trout in the Ocean Ecosystems” が NPAFC とアメリカ水産学会の共同出版物として刊行される計画となった. この書籍は, 1991 年に UBC Press より出版された “Pacific Salmon Life Histories” 後の海洋生活期における知見を総括することが期待されている.

むすびに

2010 年 8 月には 10 年以上 NPAFC の事務局員として活躍していた Denis McGrann-Pavlovic さんが, 年次会議後の 11 月末に日本から派遣されて事務局次長を 4 年間務めた浦和茂彦さんがそれぞれ, 事務局を去られた. 違った場所での今後のお二人の活躍を祈念したい（12 月 1 日付けで浦和さんはさけますセンターに復帰した）. なお, 後任の事務局次長には米国のワシントン大学で公海調査を担当していた日本でもおなじみの Nancy Davis さんが, 事務局員には Claudia Chan さんが着任した. 新たな事務局メンバーの活躍と NPAFC の発展を期待している.

図 3. 釜山より車で 1 時間ほどのウルサン市 Taehwa 川で試験放流されたサケの回帰調査が行われていた. 近い将来ふ化場が建設され, 韓国最南端のサケ増殖河川をめざす.

図 4. 新旧 NPAFC 事務局次長.

2010 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）・
石原　剛（さけますセンター 千歳事業所）

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（さっかせいぎょるい: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，2010 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いたします.

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.

2010 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，おしょろ丸（北海道大学）が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）からもさけ・ます混獲データを提供していただきました.

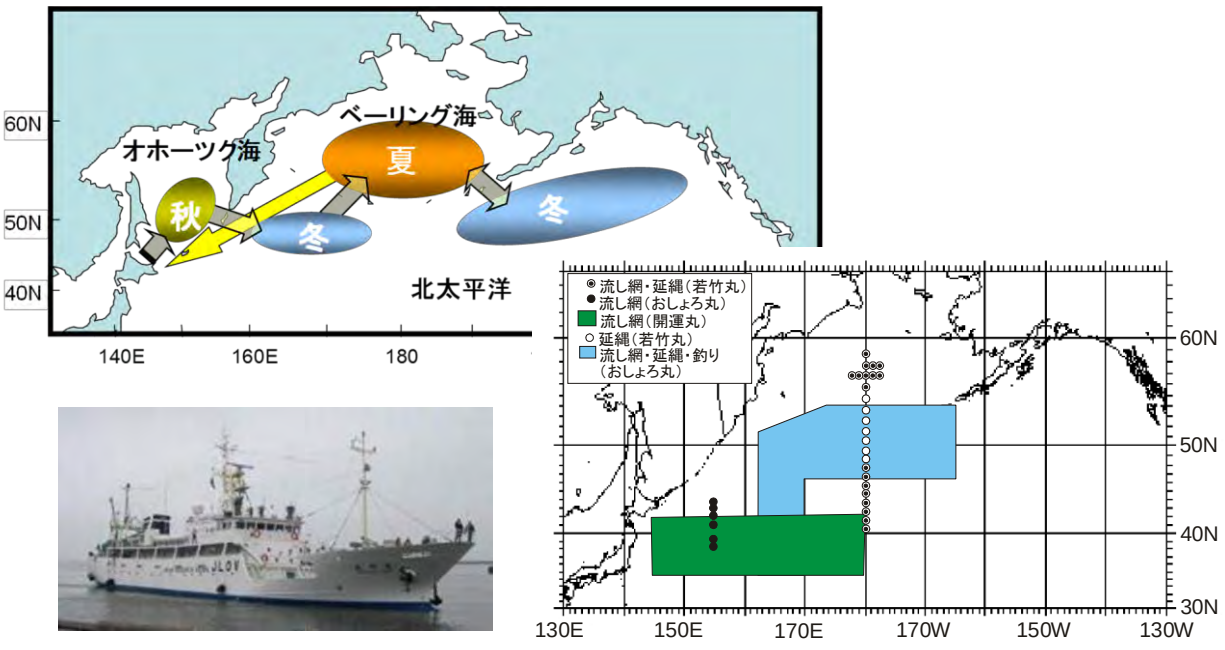


図 1. 日本産サケの北太平洋における回遊ルート（浦和 2000 を改変）と 2010 年の日本のさけ・ます調査船による調査海域図. 左下写真は北海道実習船若竹丸.

2010 年夏季の海洋環境

2009 年夏季にはエル･ニーニョ現象がおこり，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したのですが，2010 年夏季は逆のラ・ニーニャ現象により日本近海の海水温が高く猛暑となりました（気象庁 2010. http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/elnino/index.html ）. 流し網調査点での海の表面は中部北太平洋ではほぼ平年並み，ベーリング海では平年よりやや低い水温でした.

表面よりも深い深度の水温を計測した結果を図 2 に示します．これは経度 180 度線上の中部北太平洋からベーリング海にかけて伸びる若竹丸の調査定線に沿って海を切った断面に，水温の等温線を書き込んだものです. 海の深い部分は常に冷たいのですが，表面では夏に太陽の熱で暖められ，暖かく軽い水が層状に広がります. つまり等温線は海面に平行に走ることになります．しかし，北緯 45 度～47 度付近に等温線が垂直方向に密に伸びている部分があります．これより北，つまり緯度が高い水域では冷たい水が中層まで上がってきて，暖かい水はごく表層のみに広がっています. この冷たい海の表層にさけ･ますは棲んでいます.

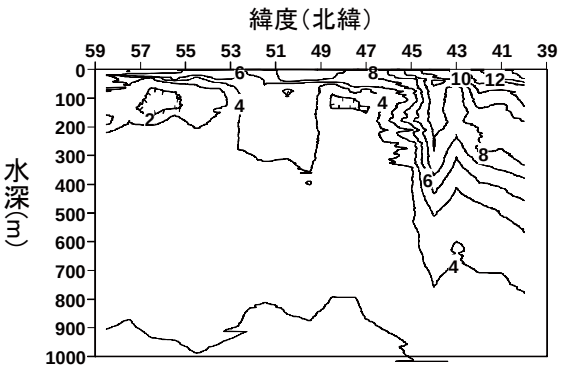


図 2. 2010 年 6－7 月の若竹丸調査で観測された経度 180 度線鉛直断面における水温．図中の実線は等温線を示し，数値は水温（℃）を示す.

サケの資源状態

2010 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 168.0 尾で近年（1992-2010 年）中最低であった昨年から回復しました（図 3 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ことを反映している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 3 下図に示しました. それによると近年 20 年間の中では 2010 年の CPUE は平年並みの水準（平均の 115%）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 4）. とくにその年の回帰主群となる 0.3 歳魚の平均体サイズは 1990 年代初めに比べると順調に回復し

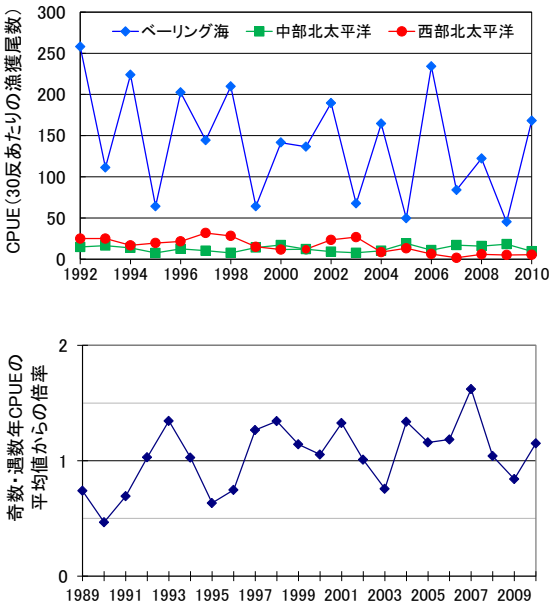


図3. サケの夏季における北太平洋海域別サケの調査流し網30反あたり漁獲尾数（CPUE）（上）とベーリング海・中部北太平洋におけるサケCPUEの奇数年・偶数年平均値からの倍率（下）.

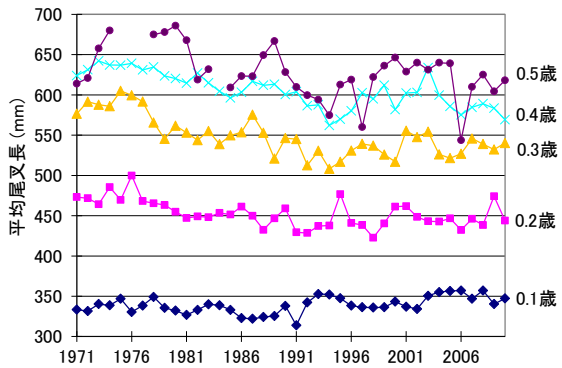


図 4. ベーリング海･中部北太平洋の夏季における調査流し網で漁獲されたサケの年齢別平均尾叉長. 年齢はヨーロッパ方式*で表示.

* 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．秋に回帰した 4 年魚は 0.3 歳魚となる.

てきています．0.2 歳魚の体サイズは，2009 年では比較的大きかったのですが，2010 年は 2000 年代の平均とほぼ同じ大きさでした．

その他のさけ・ますの資源状態

2010 年夏季のベーリング海でのカラフトマス CPUE は 6.6 尾で，昨年と比べるとずっと少なくなりました（図 5 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，東カムチャッカの偶数年生まれ群は奇数年生まれ群よりかなり少ないのですが，2010 年では偶数年中でもやや低い水準でした．一方，ベニザケ *O. nerka* のベーリング海での CPUE は 52.2 尾で，サケと同様に近年中最低の昨年より大きく回復しました（図 5 下）．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 6）．

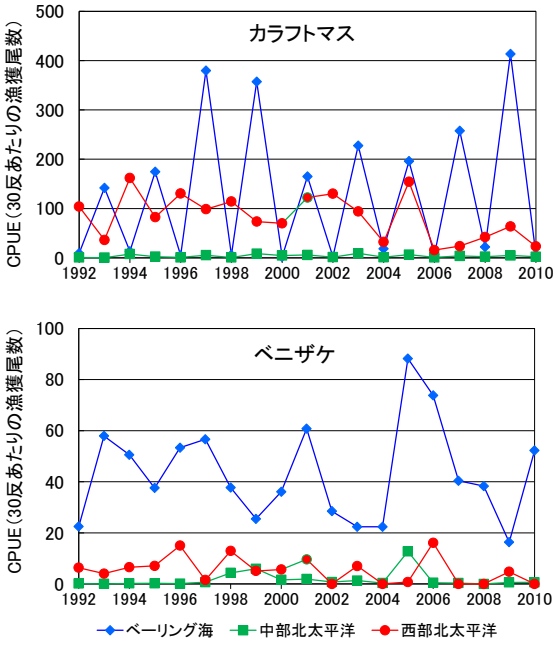


図 5. カラフトマス、ベニザケの夏季における北太平洋海域別の調査流し網 30 反あたり漁獲尾数（CPUE）．

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，公海漁業の停止以降，流し網調査船も徐々に減少してきました．そこで，今年を区切りとし，流し網を用いた調査からトロール網を用いた調査に転換することになりました．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．とくに 20 年間継続して流し網調査に携わってこられた北海道実習船管理局所属　若竹丸の歴代の船長と乗組員の方々の貢献は我が国のさけ・ます資源管理だけではなく北太平洋における国際

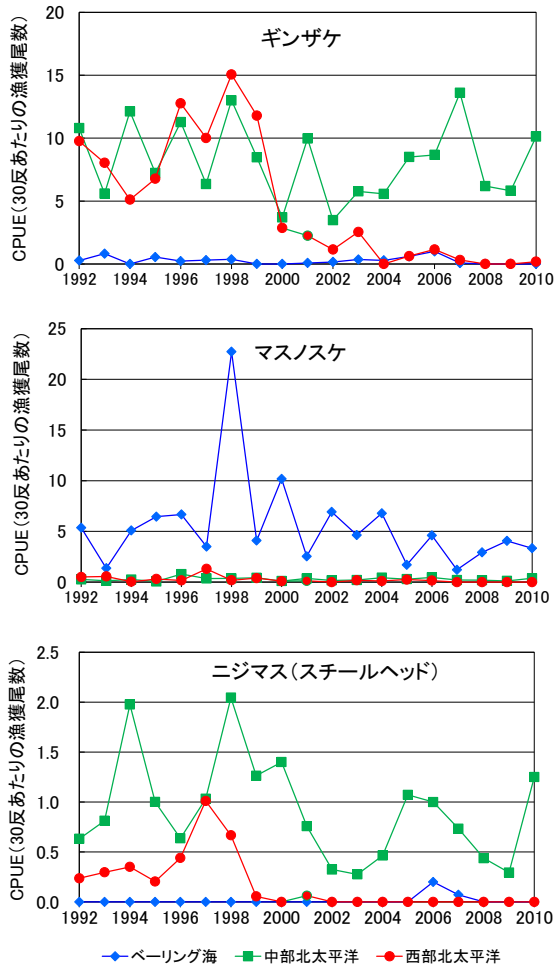


図 6. ギンザケ、マスノスケ、ニジマスの夏季における北太平洋海域別の調査流し網 30 反あたり漁獲尾数（CPUE）．

管理にも利用され，2008 年にはベーリング海における調査活動に対し北太平洋溯河性魚類委員会（NPAFC）より表彰されています．本稿の内容は Fukuwaka et al.（2010）により NPAFC 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．

図 7. 若竹丸での流し網漁獲調査．船首左舷から網を引き上げ，中央で魚を網から外し（上），船首奥で魚体測定と採鱗を行う（下）．

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. Ishihara, M. Sakai, and Y. Kamei. 2010. Salmon stock assessment in the North Pacific Ocean, 2010. NPAFC Doc. 1264. (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. 鱗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.

サケ科魚類のプロファイル-9

タイセイヨウサケ

伴（ばん）　真俊（まさとし）（さけますセンター　さけます研究部）

タイセイヨウサケ（*Salmo salar*）はサケ科のサルモ属に分類される（図 1）．学名の「salmo」は「サケ」を，「salar」は「飛び越える」を意味するらしい．英名は Atlantic salmon．欧州で単に「Salmon」といえば，タイセイヨウサケを指すことが多い．日本には分布していないが，1986 年にアメリカのワシントン大学から供与された個体の子孫が，展示あるいは研究目的で現在も継代飼育されている．日本で本種を観られる施設には，標津サーモン科学館[*1]と豊平川さけ科学館[*2]がある．

タイセイヨウサケの外見的特徴は生活史段階毎に大きく変わる．淡水生活期の幼魚は体側に 8-12 個のパーマークと鮮やかな朱点を有するが，海洋生活へ移行する時期の幼魚（スモルト）は体表をグアニンが覆って銀白化するとともに，背鰭と尾鰭の末端はメラニンが沈着して黒くなる．海で索餌回遊中の魚は背部が緑青色，腹部が銀色を呈し，側線より上側と鰓蓋に十字型の明瞭な黒斑が認められる．一方，成熟時期を迎えて河川を遡上する魚は，体色が暗赤褐色に変わって赤斑を生じる．また，雄の下顎は伸びて鉤状になる．成魚の体重は概ね 2 -9 kg であるが，過去には 40 kg を超える個体が捕獲されたこともある．

図 1．標津サーモン科学館で飼育されているタイセイヨウサケ（撮影協力：市村政樹）．

分布

タイセイヨウサケの原産地は，その名が示すとおり北大西洋沿岸諸国である．かつてはアメリカのハドソン川からフレーザー川，カナダ，アイスランド，グリーンランド，ノルウェーの河川，ポルトガルのドゥロ川等，北緯 37°-72°，西経 77°-東経 61° に至る広範な地域で繁殖していた（図 2，上）．しかし，現在は棲息範囲が大幅に縮小し，フランスからポルトガルの河川，バルチック海に注ぐ河川等では絶滅が危惧されている．

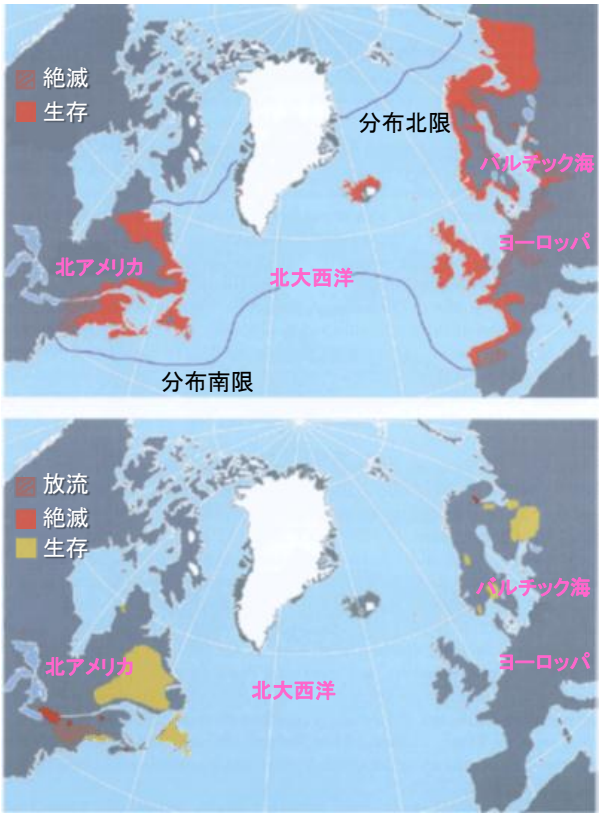


図 2．大西洋サケの地理的分布．上図は降海型大西洋サケ，下図は陸封型大西洋サケの分布域を示す（Webb et al. 2007 を改編）．

生活史と生態

成熟を開始した個体は春から初秋にかけて産卵のために河川を遡上するが，その盛期は河川によって異なる．産卵は 9 月-11 月に行われ，南の地域ほど遅い傾向がある．母川回帰性は強く，産卵場に到達した魚は他のサケ科魚類と同様に雌が掘った砂利の産卵床で産卵する．産卵した親のなかには再び海へ降り，複数年に亘って繁殖行動を示す個体（kelt）も現れる．この点がサケやカラフトマス等のサケ属とは大きく異なる．受精した卵は，平均 3.9℃の水温の場合，約 110 日でふ化する．ふ化した仔魚は，さらに 1-2 ヶ月間を砂利の間で過ごした後，川の表層に泳ぎ出て餌を捕り始める．

河川や湖中の幼稚魚は，プランクトン，水生昆虫，小エビ等を食べながら成長する．淡水中で 1-4 年を過ごし，体長が 140 mm 程度になるとスモルト化して海へ降りるが，降海までの年数と大きさは地域により異なる．例えば，カナダの Ungava

[*1] http://www.shibetsu-salmon.org/
[*2] http://www.sapporo-park.or.jp/sake/

地方ではスモルト化に 4-8 年を要し，体長も 180 mm に達する．また，海へは降りずに一生を淡水で過ごす残留型が現れる地域もある（図 2，下）．残留する雄のなかには，通常より早く成熟する小型の「早熟雄」が現れる．

降海した幼魚はグリーンランド方面へ索餌回遊の旅に出る．海ではイカ，アミ類，魚類を捕食しながら成長し，概ね海洋生活 2-4 年目に産卵回遊へ移行する．しかし、タイセイヨウサケの成長は淡水生活期に比べて降海後に著しく早くなるため，海洋生活 1 年余りで体重が 1.4 -2.7 kg に達し，成熟して河川を遡上する個体も現れる．これらは grilse（グリルス）と呼ばれる．

タイセイヨウサケは他の様々な動物の餌としても利用される．幼稚魚にとってカワアイサやヤマセミ等の鳥類，ノーザンパイクやカワマス，あるいはウナギ等の魚類は天敵である．また，海洋域ではサメ，タラ，マグロ，カジキ等の大型魚や，アザラシの胃からタイセイヨウサケがみつかっている．

資源

タイセイヨウサケは，欧米諸国における食糧資源，あるいは遊漁の対象として古くから重要な位置を占めてきた．しかし，乱獲の影響や広範囲で生息環境が悪化したことにともない，近年では野生個体群の資源量が激減している．アメリカの魚類野生生物局（USFWS）は，メイン州の一部の個体群を絶滅危惧種に指定して保護している．さらに，アメリカではタイセイヨウサケの商業捕獲が全国的に禁止されている．資源量の低下は漁獲量にも反映され，FAO の統計によると特にカナダ，フィンランド，イギリス等で近年の減少傾向が著しい（図 3）．

ところで，タイセイヨウサケの保護を最も早く手掛けたのは，イングランド史上屈指の名君といわれるエドワード I 世らしい．1200 年代後半に特定の期間だけ捕獲を禁止する禁漁期を設けたが，法的拘束力がなかったため効果はあまりなかったようである．実効性のある保護は，1860 年代以降のイギリス政府により行われた．現在は，1983 年に設立された北大西洋サケ保全協会（North Atlantic Salmon Conservation Organization: NASCO）が中核となり，関係各国が連携してタイセイヨウサケ資源の保護，復旧，増大に向けた取り組みを行っている．NASCO はイギリスのエジンバラに本部を置き，カナダ，デンマーク，EU，アイスランド，ノルウェー，ロシア，アメリカが締約する国際機関である．

養殖と利用

野生資源が危機的な状態にある現在，世界の市場に流通しているタイセイヨウサケの大部分は養殖魚により賄われている．本種は日本でも人気が高く，財務省の統計資料によると 2008 年に我が国が輸入したさけ・ます類のうち，タイセイヨウサケが占める割合は 10%に達している（図 4）．タイセイヨウサケの養殖はカナダの大西洋岸，ノルウェー，ロシア，イギリス等の北大西洋沿岸諸国はもとより，カナダの太平洋岸，チリ，オーストラリアのタスマニア島等，太平洋に面した国々でも行われている．各国で養殖されているタイセイヨウサケの生産量をみると，漁獲が減少しているイギリスやカナダに加え，ノルウェーとチリの増加が目立つ（図 5）．現在では，タイセイヨウ

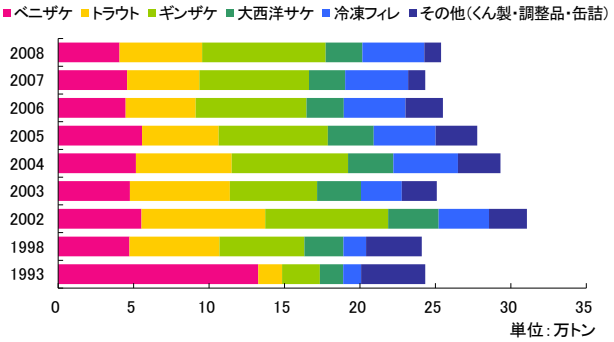


図 4．日本における，さけ・ます製品の輸入量の推移．

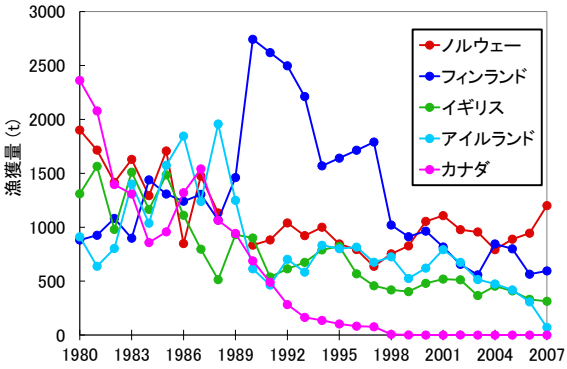


図 3．北大西洋岸諸国におけるタイセイヨウサケ漁獲量の推移（FAO STAT より）．

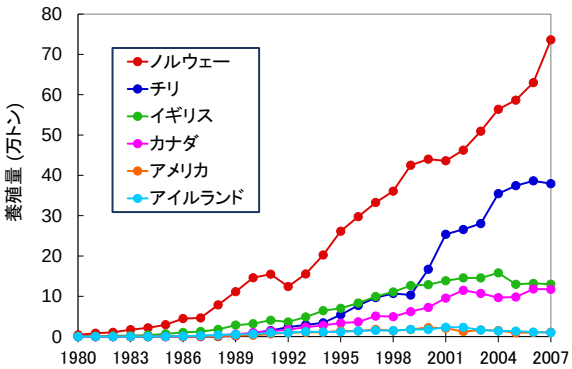


図 5．タイセイヨウサケを養殖している各国の生産量の推移（FAO STAT より）．

サケの養殖生産量が世界のさけ・ます類の漁獲量を上回るまでになった．特にノルウェーはタイセイヨウサケ養殖の先駆的な役割を果たしており，政府の水産物輸出審議会が積極的に輸出促進を進めている．養殖されたタイセイヨウサケは，人工ふ化した魚を製品になるまで配合餌料で育てるため，人体寄生虫の心配が少ないとされており，通常は生食用として輸出される．日本ではムニエルやステーキ，缶詰，燻製等として利用されるほか，回転寿司の「サーモン」としても人気がある．このように広く流通しているにも関わらず，タイセイヨウサケという名前にはあまり馴染みがないかも知れない．もし，スーパーマーケットで「ノルウェーサーモン」や「アトラン」の標記を見かけたら，それはタイセイヨウサケである．

一方，養殖が盛んになるにつれ，養殖場から逃げ出した魚が生態系に与える影響，あるいは養殖にともなう薬剤，残餌や糞による水質汚染等が問題になりつつある．カナダの西海岸では，海中養殖施設から逃げ出したと思われるタイセイヨウサケが自然繁殖していることが明らかとなり，関係者に衝撃を与えた．

アメリカとカナダに本拠地を置く AquaBounty Technologies 社（ABT 社）は遺伝子を組換えることで通常の 2-4 倍の早さで成長するタイセイヨウサケを開発した．この遺伝子組換えタイセイヨウサケには，ゲンゲから取り出した不凍タンパク質を作る遺伝子と，マスノスケから取り出した成長ホルモンを作る遺伝子が組み込まれており，厳冬期でも高い成長を続けられるため，短期間に商品サイズまで育てることができる．現在，ABT 社は遺伝子組換えタイセイヨウサケの利用許可を米国食品医薬品局（FDA）に申請している．FDA は 2010 年 9 月に公聴会を開き，広く一般の意見を集めているが，認可されれば遺伝子組換え動物が食品として利用される初めての例になる．

遺伝子組換え技術については，生物多様性への影響が危惧されている．遺伝子組換え魚が日本に持ち込まれた時の対処を想定し，農林水産技術会議プロジェクト研究「遺伝子組換え生物の産業利用における安全性確保総合研究」の中において，タイセイヨウサケが在来サケ科魚類に与える影響を交雑性と競合性の観点から評価する研究に取り組んだところである．

参考文献

Fletcher, G. L., M. A. Shears, M. J. King, P. L. Davies, and C. L. Hew. 1988. Evidence for antifreeze protein gene transfer in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 352-360.

Scott, W. B., and E. J. Crossman. (eds). 1973. Freshwater fishes of Canada. Fish. Res. Bd. Canada, Bulletin 184, Ottawa. pp. 192-197.

Hansen, L. P., and T. P. Quin. 1998. The marine phase of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) life cycle, with comparisons to Pacific salmon. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 104-118.

井田　齋・奥山文弥. 2000. サケ・マス魚類のわかる本. 山と渓谷社, 東京. 247p.

MacCrimmon, H. R. and B. L. Gots. 1979. World distribution of Atlantic salmon, *Salmo salar.* J. Fish. Board Can., 36, 422-457.

茂木正人. 2007. ノルウェーサーモン. 食材魚貝大百科 別巻 2　サケ・マスのすべて（井田　齋・河野　博・茂木正人 監編）. 平凡社, 東京. pp. 84-87.

Volpe, J. P., B. R. Anholt, and B. W. Glickman. 2001. Competition among juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss*): relevance to invasion potential in British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 58, 197-207.

Webb, J., E., Verspoor, N. Aubin-Hortb, A. Romakkaniemi, and P. Amiro. 2007. The Atlantic salmon. In Verspoor E. Stradmeyer L., and Nileson J. L. (eds). The Atlantic salmon; Genetics, Conservation and Management. Blackwell Publishing, Oxford. pp. 17-56.

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）

2009 年の北太平洋

漁獲数

第 18 回 NPAFC 年次会議における各国の報告によると，2009 年 1-12 月の北太平洋の漁獲数は 6 億 909 万尾で，前年の 3 億 4,754 万尾より 75%増加しました（図 1A）．

これを魚種別に見ると，カラフトマスが最も多い 4 億 3,921 万尾で全体の 72%を占めており，前年の 2 億 159 万尾に比べ 118%増加し、2 倍以上の漁獲数となりました．次いでサケが 1 億 809 万尾（構成比 18%，対前年比 122%），ベニザケが 5,441 万尾（構成比 9%，対前年比 109%）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 101%），105 万尾（対前年比 111%）となりました（図 1A）．

地域別では，ロシアが 3 億 5,858 万尾と最も多く，以下，アラスカ州 1 億 6,301 万尾，日本 6,966 万尾， WOCI（ワシントン，オレゴン，カリフォルニア，アイダホ州） 663 万尾，カナダ 1,116 万尾，韓国 5 万尾と続いています（図 1B）．

人工ふ化放流数

2009 年 1-12 月に人工ふ化放流された幼稚魚数は 47 億 8,749 万尾で，前年の 51 億 2,030 万尾に比べ 7%減少しました（図 1C）．

魚種別ではサケが 29 億 9,408 万尾で半数以上を占め，これに次ぐカラフトマスの 13 億 3,400 万尾と合わせると全体の 9 割以上を占めます（図 1C）．

地域別では日本が 19 億 7,301 万尾と最も多く，以下，アラスカ州 14 億 5,910 万尾，ロシア 8 億 9,402 万尾，カナダ 2 億 9,951 万尾，WOCI 1 億 5,600 万尾，韓国 584 万尾と続いています（図 1D）．

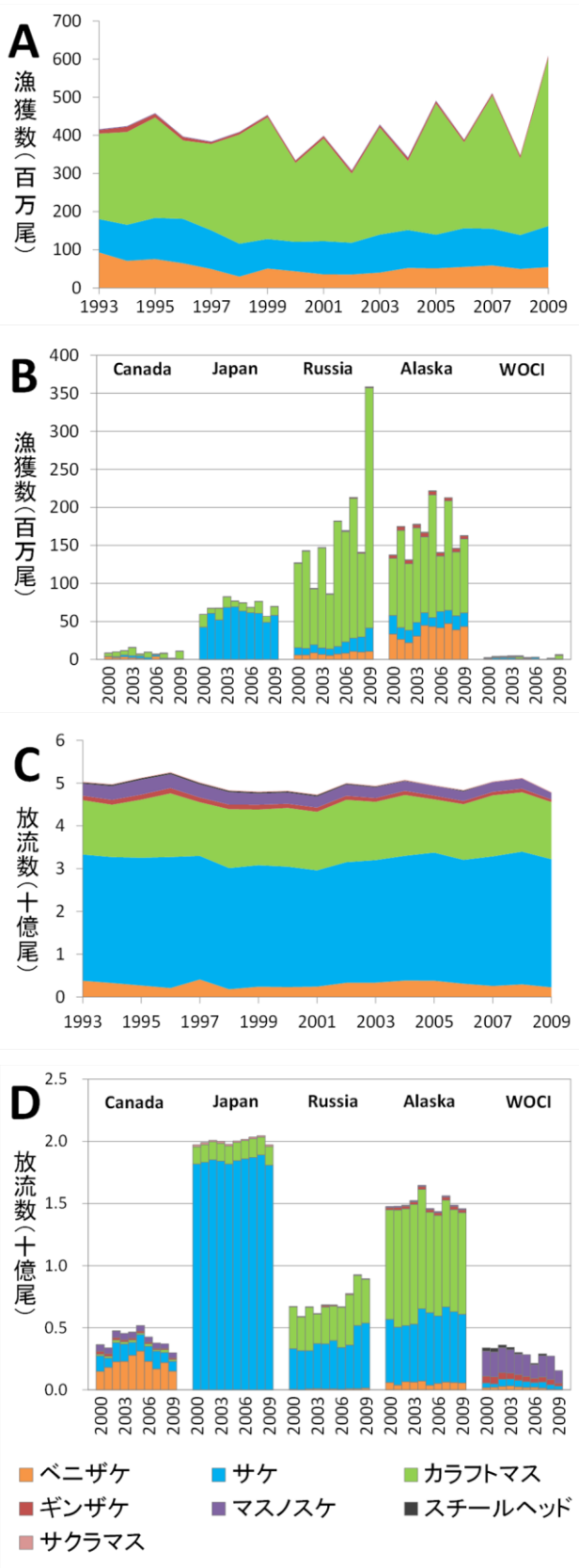


図1．北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数（A），地域別魚種別の漁獲数（B），北太平洋におけるさけます類の魚種別人工ふ化放流数（C）及び地域別魚種別の人工ふ化放流数（D）．1994–2006年は「NPAFC Statistical Yearbook」による確定値だが，2007年以降はNPAFC年次報告等で示された暫定値である．1998年までのロシアにはEEZ（排他的経済水域）で他国が漁獲したものを含む．WOCIはワシントン，オレゴン，カリフォルニア，アイダホ州の合計．韓国は他国に比べ漁獲尾数・放流尾数ともにわずかなため，図中では省略している．

2010 年度の日本

サケ

2010 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 4,905 万尾，前年度同期比 79%となっています（図 2）．来遊数の年変動をみると，来遊数は 4,400 万尾～8,900 万尾で推移しており、資源水準は高位と判断されます．但し、ここ 3 年間は大幅な増減を繰り返しています．総採卵数は 12 月 31 日現在で 20 億 9,655 万粒となり，放流数もほぼ計画どおり（17 億 8,740 万尾程度）となることが見込まれます．

カラフトマス

主産地である北海道における 2010 年度来遊数は 735 万尾で前年度比 66%となりました．日本でのカラフトマスは，1994 年に急増して以来、偶数年が豊漁年，奇数年が不漁年というパターンがしばらく続いていましたが，2003 年からこの豊漁・不漁年の関係が逆転し，奇数年が平均 1,200 万尾，偶数年が平均 650 万尾となっています．2010 年は不漁年ということで，前年を下回りましたが、2004 年以降の偶数年の中では最も多い来遊数となっています．なお，2010 年度の総採卵数は 1 億 7,367 万粒で計画数を超えているため，放流数も計画の 1 億 3,420 万尾を上回るものと見込まれます（図 3）．

サクラマス

2010 年度の北海道における河川捕獲数は 5,274 尾で前年度比 41%と大幅に減少しました．総採卵数は 322 万粒で前年度比 80%となりました．なお，2009，2010 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

2010 年度の河川捕獲数は 1,081 尾で前年度比 86%となり，減少しました．総採卵数は 81 万粒と前年度のほぼ倍の値になりました．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．

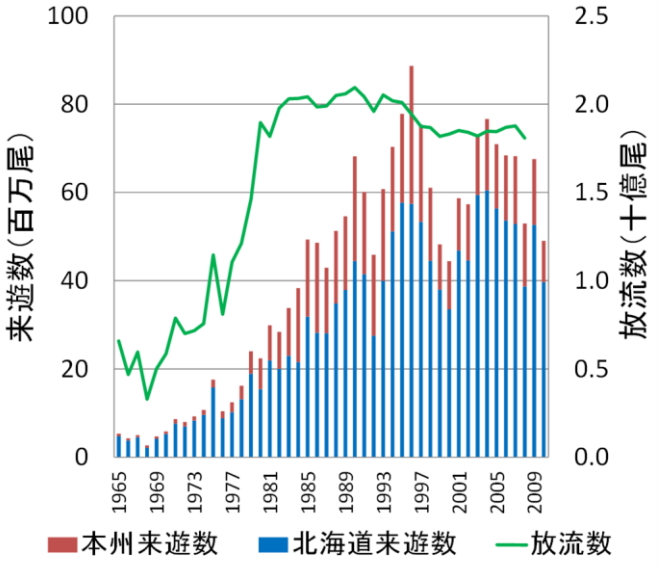


図2．1965–2010年度の日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数．2010年度来遊数は12月31日現在．

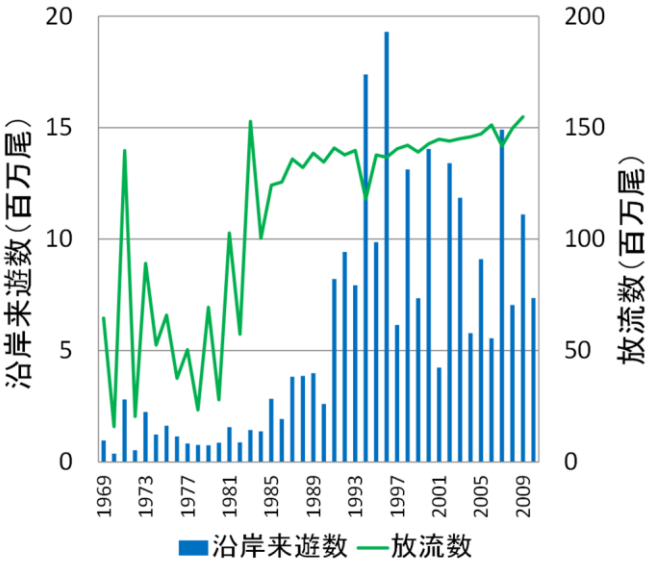


図3．1969–2010年度の日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数．

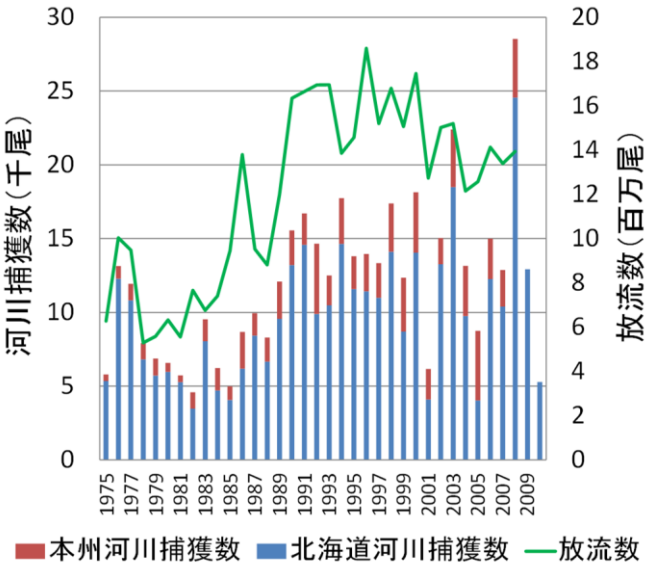


図4．1975–2010年度の日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数．2009–2010年度の本州河川捕獲数は現在確認中．

さけます展示施設のページ

千歳サケのふるさと館

サーモンパーク内にある千歳サケのふるさと館（左上写真）．このすぐ裏手が千歳川であり、秋になると橋の上からサケの遡上や捕獲する光景を見学することができる（右上写真）．

館内に入ると、魚たちが悠々と泳ぐ大型水槽が目を引く（下写真）．

7 つの大きな窓が並ぶ千歳川水中観察室．秋にはサケの産卵行動が見られるなど，季節毎に変わる千歳川の様子が観察できる．

北海道の玄関口，千歳市．その中心を流れる石狩川支流の千歳川のほとりに「千歳サケのふるさと館」があります．千歳川は支笏湖を源流とし，上流部には豊かな湧水地帯が広がり，この地で今から120年以上も前に日本で初めての官営による本格的なふ化放流事業が開始されました．その時に建設されたふ化場が今の当センター千歳事業所です．

千歳事業所から 10km ほど下流に位置するところに，「インディアン水車」で有名なサケの捕獲場があります．このインディアン水車など周辺の河川風景を活用し社会教育・環境レクリエーションの場として平成6年にサーモンパークが建設され，平成 17 年には「道の駅」に登録され、多くの観光客が訪れています。サーモンパークのメイン施設が今回ご紹介する「千歳サケのふるさと館（以下ふるさと館とする）」です．

『サケと北方圏淡水魚の一大アクアリウム』と銘打つだけあって，館内に入ってすぐに目に飛び込んでくるのが，淡水では国内最大級といわれる巨大水槽です．中にはイトウやサクラマス，チョウザメなど約300匹の淡水魚が悠々と泳いでおり，毎日午後3時になるとエサを食べる様子が解説付きで見学できます．また，隣接する中型水槽では，秋にはサケやカラフトマス親魚の群泳などを見ることができます．

さらに進むと，千歳川の中の生き物たちを直接観察できる水中観察室があります．ここでは，秋に遡上してきたサケの群れや春に海へ旅立つサケの稚魚はもちろんのこと，千歳川に生息する様々な生き物たちの四季折々の姿を見ることができます．これまでに魚類で 36 種類、鳥類で 10 種類が

①サケものしりプラザ，②サケの皮で作った靴，③千歳川渓流水槽，④3 面マルチビジョンのサーモンムービー，⑤タッチプール．

展示は世界でもたぶんここだけというエゾサンショウウオのアルビノ．

ふるさと館の最古参シロチョウザメのハクちゃん（メス，今年 22 歳）．

魚だけでなく，こんな珍しい生き物たちも飼育されている．

カイツブリのカイくんとツブリちゃん．水中で狩りをする様子も観察できる．

10 月のサタデースクールとして開催されている採卵実習，サケの生態について解説する学芸員の荒金利佳さん（右写真）．

観察されたとのこと．自然のままなので，思いがけない光景と出会うことができます．

この他にも，ヒメマスやアメマスなど支笏湖に棲む魚たちが集まる水槽，千歳川の上流から下流に分布する魚たちを流れに沿って観察できる千歳川渓流水槽，千歳川の四季やサケの一生を紹介するサーモンムービー，サケの生態や文化をわかりやすくパネルで展示したサケものしりプラザなどがあり，館内をきっちりと見て回れば，いっぱしの“サケ博士”になれること請け合いです．

また，ふるさと館は，千歳青少年教育財団によって管理運営されていることもあって，子供たちを対象にした体験学習に積極的に取り組んでいます．毎月第二，第四土曜日に開催されているサタデースクールをはじめ，時季によって，渓流水槽＆大水槽エサやり体験やサケ稚魚放流体験など，１年中を通して様々なイベントが開催されています．今回、取材させていただいた日は，ちょうどサケの採卵実習が行われていました．学芸員の荒金利佳さんより、まずはサケの生態についてのお話の後，親魚の撲殺から採卵・受精を体験，最後に魚体の解剖ととても濃い内容で，参加していた子供たちも初めての体験に目を輝かせていました．

荒金さんにこれからの抱負を伺うと「ふるさと館を見て，体験しながら，サケや川の生き物，千歳川，環境，自然について，楽しく学んでいただけるような水族館を目指していきたいです．何か分からないこととかあったら，気軽に声をかけてください」と語ってくれました．

この取材を通して，サケは大変優れた学習教材であるということを改めて実感できました．

千歳サケのふるさと館
北海道千歳市花園 2 丁目 312 番地
TEL 0123-42-3001
入 館 料　有料*
開館時間　9 時 ～ 17 時
休 館 日　年末年始*
＊詳細はふるさと館までお問い合わせください
URL: http://www.city.chitose.hokkaido.jp/tourist/salmon/

ふるさと館のスタッフによる非公式ブログ“サケぶろ”では飼育の裏話などが自由に書かれていて楽しめるよ！
URL: http://sakefuru.seesaa.net/

北海道 斜里川と斜里岳（さけますセンター斜里事業所近辺）

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

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

SALMON 情報 編集委員会
石黒武彦(委員長)，伊藤二美男，牛島　洋，江連睦子，大熊一正，佐藤恵久雄

本誌掲載記事，図，写真の無断転載を禁じます.