

アメリカ合衆国アラスカ州及びワシントン州における さけ・ます増殖

石黒武彦^{*1}・田宮文彦^{*2}

^{*1} 062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2-2 さけ・ます資源管理センター増殖管理課

^{*2} 100-8907 東京都千代田区霞が関1-2-1 水産庁資源生産推進部栽培増殖課
(現漁政部国際課)

キーワード: さけ・ます増殖, アラスカ州, ワシントン州

はじめに

平成11年3月14-22日にアメリカ合衆国のアラスカ州及びワシントン州を訪れる機会が与えられた。今回の訪問の目的は「アメリカ合衆国におけるさけ・ます類の健康状況把握技法と防疫対策調査」であり、その概要についてはさけ・ます資源管理センターニュース No. 4にて当センター調査課野村室長が報告している。

本報告では、訪れたさけ・ます増殖関係の研究所やさけ・ますふ化場などの視察及び担当者との意見交換等を通じて触れることができたアメリカ合衆国アラスカ州及びワシントン州のさけ・ます増殖の現状について紹介する。
(日程)

3月14日(日)

移動, 札幌発, シアトル経由, ジュノー着

3月15日(月)

アラスカ州漁業狩猟局 Alaska Department of Fish and Game (ADF&G)

3月16日(火)

ダグラスアイランドさけ・ます会社 Douglas Island Pink and Chum, Inc. (DIPAC)

3月17日(水)

国立海洋水産研究所アラスカ水産センター・オークベイ研究所 National Marine Fisheries Service (NMFS), Alaska Fisheries Science Center (AFSC), Auke Bay Laboratory (ABL)

3月18日(木)

移動, ジュノー発, シアトル着

3月19日(金)

国立西部水産研究センター Biological Resources Division of the U.S. Geological Survey, Western Fisheries Research Center

3月20日(土)

国立海洋水産研究所マンチェスター野外試験場 NMFS Manchester Laboratory (ML)

3月21日(日)

移動, シアトル発

3月22日(月)

札幌着

1 国立海洋水産研究所アラスカ水産センター・オークベイ研究所 (ABL)

ABL は, アメリカ合衆国海洋大気局 (National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA) 海洋水産研究所に所属するアラスカ水産研究センター (ワシントン州シアトル) の研究所である.

ABL の前身は内務省のアラスカ漁業研究所 (Alaska Commercial Fisheries Service) である. 現在, 漁業資源の管理等はアラスカ州魚類狩猟局 (ADF&G) が行っており, ABL は海洋生物の研究を中心に, 北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) 等の国際的な資源管理のための調査, ADF&G やアラスカ大学との共同研究も実施している. また, アラスカ州内のふ化事業実施団体とも地域毎の増殖計画策定などで関係も強い模様である.

ABLの敷地内には, 付属ふ化施設としてオーククリークふ化場 (Auke Creek Hatchery) がある (写真1). このふ化場からの放流魚には, 耳石標識, コーデッドワイヤータグ (Coded Wire Tag: CWT), 鰭切除など様々な標識を実施しており, 研究所のほか, アラスカ大学, ADF&G の研究にも利用されている. 本ふ化場には降海幼魚を採集するためのトラップ (調査期間: 3-6月) や遡上する親魚を捕獲 (= 遡上数の把握) する魚道 (同: 7-11月) が整備されており, さけ・ます類の降海及び帰帰を調査している.



写真1. オーククリークふ化場. オークベイ研究所の付属ふ化施設. 研究所のほかアラスカ大学等の研究にも利用されている.

ABL のプロジェクトチーム担当者から, 最近の研究活動結果を紹介された

が、その中で興味深いものは以下のとおりであった。

(1) 原油流出事故の影響調査

1989年にアラスカ湾プリンスウィリアム海峡で発生した大型タンカーの座礁による原油流出事故は、環境に大きな影響を与えることが懸念された。このため、アメリカ政府及びタンカーの所有者であるエクソンは大規模な環境影響調査に乗り出した。ABLでも10年前よりこの事故による環境影響調査を継続している。影響調査の成果として微量の有機化合物である多環芳香族炭化水素 (PAH) がサケに蓄積されることにより、種々の影響が確認された。PAHを50 ppb含む溶液にカラフトマス卵を浸漬した場合は水腫症や鰭欠如が見られ、19 ppbで外部症状は見られないが、回帰率が40%低下した。PAHは都市排水にも多く含まれており、今後の動向に注目している。

(2) 耳石標識と CWT 標識の生残率比較

カラフトマスを用いて耳石標識と CWT 標識を施した群間の生残の比較を河川回帰率で検討した。耳石標識群の河川回帰率は未標識とほぼ同様の0.4-0.5%であるのに対して、CWT標識群では0.2%と未標識群の半分であった。1 g以下の稚魚では、CWT標識時の魚体の取り扱いが(鱭切除標識魚にけると同様に)生残に影響するが、耳石標識ではその影響がないことが明らかとなっている。

(3) 幼魚期の沿岸調査

南東アラスカの北部沿岸海域で、幼魚のモニタリング調査のため、トロール網(幅24 m、深さ16 m)での幼魚の採捕と海洋観測を行っている。調査海域では、採捕魚の67%が耳石標識魚であり、採捕魚の由来が明確であるため、沿岸での幼魚の成長に関する新たな知見の収集に役立っている。

(4) 人工衛星を使用した親魚の追跡

広大なアラスカにおける親魚の遡上行動の調査は調査地点までの到達が難しいなど多くの困難があるため、データロガーと人工衛星を組み合わせたシステムを用いている。ユーコン川河口で捕獲したマスノスケに小型の発信器を装着して追跡する調査で、従来は飛行機を利用しデータの受信をしていたが、近年は人工衛星も利用している。ユーコン川にはアメリカ合衆国側16カ所、カナダ側8カ所に半径2 km以内の範囲で発信器からの信号を受信することができる無人観測所が設置され、受信されたデータは人工衛星を経由して

基地局に集積される．位置情報のデータも受信可能であり，位置情報が24時間変化しない場合は発信音が変わり，死亡と判断している．無人観測所は太陽電池と蓄電池の組合せで稼働している．無人観測所からは，水温及び気象観測データも発信されており，このデータを提供することで人工衛星の通信システムを ABL が無料で利用できる．

2 アラスカ州漁業狩猟局 (ADF&G)

ADF&G 漁業振興管理課 (Division of Commercial Fisheries Management and Development) の民間ふ化場担当者 (Private Nonprofit Hatchery Program: PNP) と意見交換を行った．

南東アラスカでは，1970年代にさけ・ます類の資源量が低下し (図1)，州政府としてはその対策として州立のふ化場の建設と民間ふ化場の建設許可を出し (図2)，資源の増大をめざした．その結果，1980年代に入り，さけ・ます類の資源量は急速に回復した (図1)．

現在，民間ふ化場の多くは，各地域の増殖協議会 (Aquaculture Association) 等で運営されているが，南東アラスカを中心に会社組織のふ化場もある (図3)．これら民間ふ化場の建設費は州政府の融資により行われているが，その運営費はさけ・ます漁業者からの拠出金 (水場金額の2-3%)，遊漁用種苗の放

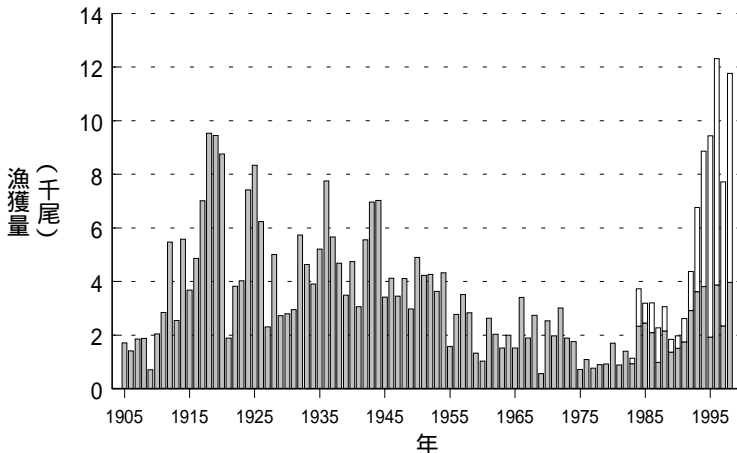


図1. 南東アラスカにおけるサケ漁獲量 (1905-1998年)．図の灰色は野生魚，白はふ化場魚を示す．(ADF&G 提供資料より改写)

流に対する州政府の補助や遊漁料（3日間15ドル，年間35ドル）収入などで賄われている．一方，会社組織のふ化場においては，放流している海域での独占的な漁獲が認められており，回帰親魚を漁獲する漁業会社から水揚金額の30%を得ている．

州立のふ化場は現在3カ所を残すだけとなっており（図2, 3），これらは遊漁用種苗の放流を目的として ADF&G の遊漁担当部門が管理している．州政府がさけ・ます人工ふ化放流から撤退した理由としては，各地域の増殖協議会組織等が整備されたこと，州政府の収入が厳しくなったこと，アラスカ州のさけ・ます資源の野生魚とふ化場魚の割合は7：3となっており，野生魚を保護する必要があることを挙げている．

アラスカ州のさけ・ます資源量，特にプリストル湾のベニザケ資源が低下する傾向が近年見られており，漁業者はふ化場魚が野生魚の生残に悪い影響を与えていることやふ化場魚により南東アラスカやプリンスウィリアム海峡地域の資源が増加し，さけ・ますの低価格を招いていると主張している．このような主張は野生魚がほとんどを占める西部地域で強く，世界的なさけ・ます価格は養殖のさけ・ますに左右されている現実を認識しつつも，州政府としては，前述した漁業者の主張に沿って，西部地域のふ化場を閉鎖する一方で，ふ化場から放流する稚魚全数に耳石標識を実施し野生魚への影響を調べている．

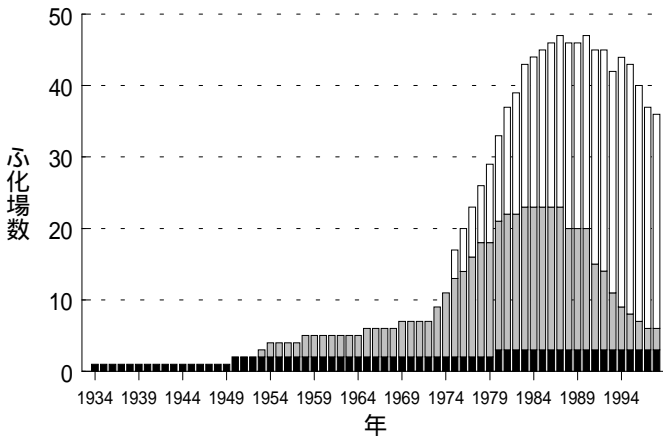


図2. アラスカ州におけるさけ・ますふ化場数（1934-1998年）．黒が国立，灰色が州立，白が民間を示す．

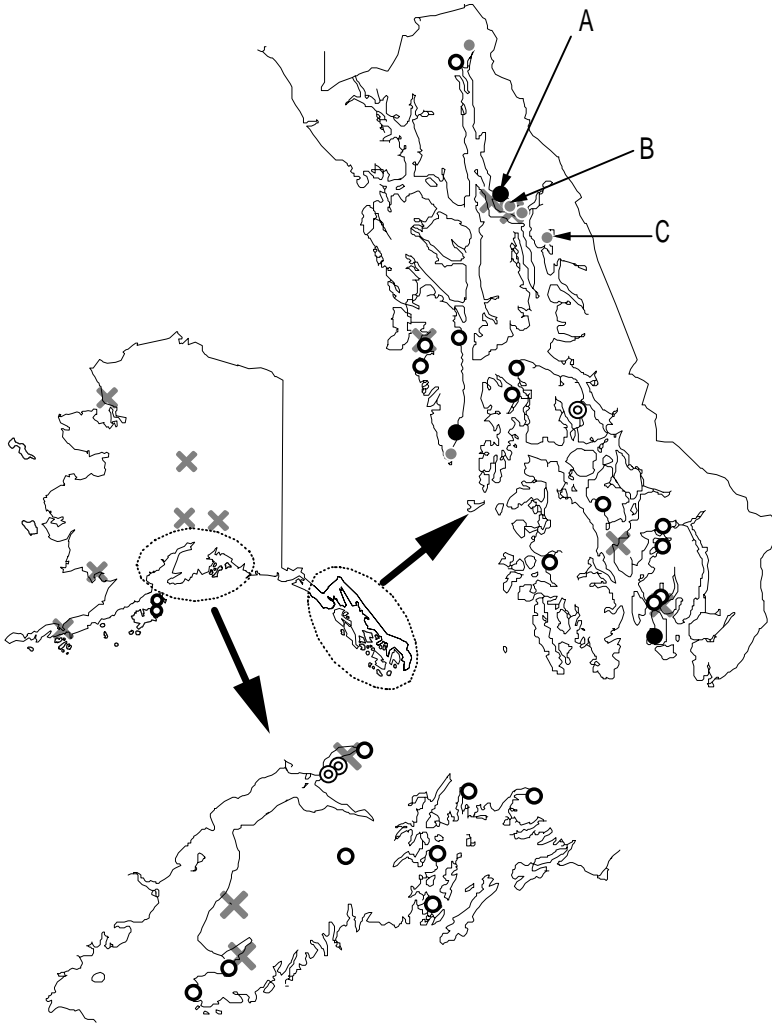


図3. アラスカ州のさけ・ますふ化場の位置。黒丸が国立、二重丸が州立、白丸が民間、灰色丸が会社組織、×印が閉鎖されたふ化場を示す。また、Aはオククリ・クふ化場、Bはガスティノふ化場、Cはスネティシヤムふ化場を示す（引用文献より改写）。

3 ダグラスアイランドさけ・ます会社 (DIPAC)

DIPACは南東アラスカにある会社形態のふ化放流組織の一つである。ジュノー市近くに本部があり、3カ所のふ化場を運営している。私たちはそのうちのガスティノふ化場とスネティシャムふ化場(図3)を訪れた。

(1) ガスティノふ化場 (Gastineau Hatchery)

このふ化場は、DIPACの本部に併設されたふ化場(写真2)であり、サケ、カラフトマスのほか遊漁用のギンザケ、マスノスケも人工ふ化放流している。1998年のADF&Gの年次報告によると、カラフトマスは900万尾、サケは9,500万尾を生産し、カラフトマスはガスティノふ化場から、サケはガスティノふ化場を含む4カ所から放流している。

サケ及びカラフトマスのふ化放流工程での我が国との違いは、稚魚が浮上直後から海面で飼育されていることである。

訪れた時は、浮上稚魚をサドル(養魚床)の入った立体式ふ化槽(写真3)から集める作業が行われていた。ふ化室内の立体式ふ化槽の移動、各ケースの取り出し、各ケースからの稚魚とサドルの取り出しなどの作業は器具が大型のこともあり、全てフォークリフトやクレーンなどを使って行われていた。また、取り出されたサドルや立体式ふ化槽のケースは洗浄後、スチーム噴射で消毒していた。建物の2階にあるふ化室で集められた浮上稚魚は1階の屋外陸上池(写真4)に流送されていたが、移された浮上稚魚を見る限り、奇形、水腫魚が多



写真2. ガスティノふ化場。DIPACのふ化場。前方の建物に、DIPAC本部事務室、ふ化施設が入っており、右のテラス付きの建物が展示施設となっている。建物の左のスロ-プは魚道で、回帰親魚の捕獲に使用されている。



写真3. ガスティノふ化場のふ化室。孵化槽は立体式で、内部にはふ化仔魚の安静を保つための養魚材が入っている。日本で使用されている立体式孵化槽と比較して大型で、各ケースから浮上稚魚を集める作業はフォ-クリフトやクレーン等を使用している。

く見られた。

ガスティノふ化場の分散飼育施設（生簀）の1つであるアマルガ港（Amalga Harbor）も視察した。1998年の年次報告によるとアマルガ港では5,000万尾の稚魚が飼育され放流されている。今回、アラスカ州内を案内して頂いたオークベイ研究所の Heard 博士の話によると、DIPAC はこの入り江で漁獲させる漁業会社を入札で決定し、漁業会社はサケを巻網で漁獲し、母船で加工しているとのことである。



写真4. ガスティノふ化場の陸上池。立体的孵化槽から集められた浮上稚魚はこの屋外池に集められ、その後、海面の生簀に移される。この池は写真2の魚道と繋がっており、親魚の捕獲施設としても使用される。

ガスティノふ化場では、ギンザケ、マスノスケ幼魚（5-10g）の生産も行っていった。これら幼魚は上流にある湖に遊漁用に放流するものであり、州政府からの補助金が出されている。防疫対策上のためか、これら魚種の飼育はサケ、カラフトマスと異なる1階の屋内池で行われていた。

訪れた時は工事中であったが、このふ化場には展示用の水槽、ふ化室内の見学用窓、売店などがあり、ジュノーを訪れる観光客（空港には広告板やパンフレットがあった）やジュノー市民に開放されている。これら展示室は入場者から料金を徴収しており、この面での収入もある。また、民間のふ化場でありながら、耳石解析の実験室を持ち、専任の職員を配置していたことに興味を引かれた。耳石の解析にこのような投資をする理由は、耳石による回帰親魚の由来の解析が、再生産用親魚が不足した場合の漁獲規制に役立つとのことであったが、前述した回帰親魚の漁獲からの拠出金の算出根拠になることも考えられる。

(2) スネティシャムふ化場 (Snettisham Hatchery)

このふ化場はベニザケ専用のふ化場であり、私たちが訪れた ADF&G 魚病研究室の Mayers 博士から IHN 対策のモデルふ化場として紹介された施設である（写真5）。ジュノーから60 km 離れた場所にあるが、ふ化場までは道路がなく飛行機または船による移動のみである。

このふ化場では体表に付着したウイルスを消毒するため、採卵前の親魚を、100 ppm ヨード液に漬け、体表を紙タオルで拭いたのち採卵を行う工程を採



写真5. スネティシヤムふ化場，IHN 防疫対策が徹底されている DIPAC のベニザケ専用ふ化場．左の建物がふ化施設で，右側の建物が職員の住宅である．このふ化場までの交通手段は飛行機または船による移動のみである．

用している．また，採卵もサラダボール状の容器に1尾ずつ採卵し，受精し，洗浄後の吸水にもヨード剤を使用しているなど，ふ化槽へ収容する前の防疫が徹底されていることに驚かされた．

浮上まで管理する部屋は，建物の2階にある．廊下を挟んで両側に管理室が並んでおり，それぞれの部屋の入口にはクレゾール石鹸が入った踏み込み槽が備えてある．各部屋には水槽が2-10槽備えられていた．それぞれの水槽には1つのふ化槽（=浮上槽）が配置されており，前記の受精卵（親魚15尾分）を収容し，浮上した稚魚は自然に水槽内に泳ぎ出す構造（写真6）となっている．この水槽では1gサイズの稚魚まで飼育し，万一，魚病が発生した場合には，この水槽単位で廃棄する．

1gを超えた稚魚は病気に対する抵抗性が高まることから，1階の飼



写真6. スネティシヤムふ化場で使用している孵化槽．隔離を目的とした孵化槽．親魚15尾分の受精卵を収容し，浮上まで管理できる．構造は小型の浮上槽で，浮上した稚魚は下部の水槽で1gサイズまで飼育される．

育池（写真7）に移される。飼育密度は1 m³当たり50 kg と高く、飼育池底面が見えないほどであった。飼育池1面（約3 m×25 m）当たりの注水量は4 m³/分であり、酸素発生機（写真8、酸素吸着剤を利用した装置と考えられる）からの酸素を注入して溶存酸素の維持を図っていた。環境も良好に保たれており、稚魚の動き、色合いとも問題なかった。

飼育池の一部は屋外池であるが、屋内部分は一上流の通路部分を除き隣の池とは壁で仕切られ、屋外部分は半透明のシート（写真7）で仕切られていた。飼育池毎には踏み込み槽が配置され、タモ網やブラシなどの器具の消毒にもドラム缶ほどの大きさの容器にヨード剤を溶かして使用していた。また、池などの施設の消毒には蒸気発生機（スチームエンジン、写真9）が使われていた。

以上のように、ふ化槽収容前の徹底した防疫からはじまり、その後のふ化から稚魚飼育管理までの工程で、用水の殺菌を除き考えられるすべての防疫対策が施されていることに驚かされた。また、消毒薬の使用が環境に与える影響を考慮するとふ化槽や施設の消毒に使用されている蒸気による消毒も、今後我が国においても検討に値する技術と思われる。

4 国立海洋水産研究所マンチェスター野外試験場（ML）

NOAA（国立海洋大気局）の



写真7. スネティシヤムふ化場の飼育池。体重1 g を超えた稚魚を飼育する池。隣の池との分離が徹底されており、池毎に踏み込み槽や器具のヨード剤消毒槽が配置されている。



写真8. 酸素発生機。酸素を注入することにより、高密度の飼育が行われている。



写真9. 蒸気発生機。スネティシヤムふ化場に限らず、施設、孵化器や水槽などの消毒に使用されている。

NMFS (国立海洋水産研究所) に所属しているシアトル郊外 (正確にはシアトル市の対岸にあるブレーク島) にある実験施設である (写真 10)。

アラスカ滞在中に Heard 博士から、ワシントン州とオレゴン州でカラフトマスを除くサケ属魚類の一部の系群 (Evolutionarily Significant Unit) が絶滅の恐れがある系群に指定されたとの新聞記事を示された。このことについて研究所の Mahnken 博士から次のような回答を得た。天然サケ科魚類の系群を守ろうとする動きは東部 (大西洋岸) の環境保護団体を中心に以前から活発であったが、近年は政治家を巻き込み大きな力となっている。西部 (太平洋岸) 地区ではこれらの動きに抵抗してきたが、これに抗しきれなくなったのが現実である。西部各州のサケ属魚類全てが指定された訳ではなく、例えば、コロンビア川上流にあるレッドフィッシュ湖には、遺伝的・地理的に隔離され、形態や生態も異なるベニザケが生息しており、このようなベニザケが指定の対象となる。指定された場合には、その生息域周辺の森林伐採が規制されるため林業関係者なども大きな痛手を被ることになる。レッドフィッシュ湖で



写真10. マンチェスタ - 試験場。旧海軍兵舎を利用したマンチェスタ - 試験場の研究棟。人工河川、飼育施設等が点在し、種々の研究が行われている。



写真11. マンチェスタ - 試験場の海水飼育施設。淡水、海水の飼育施設を持ち、絶滅の恐れがある系群の親魚養成を行い、人工増殖している。

は、1991年に雌1尾、雄3尾しか確認されなかったが、4尾の親魚から採取した種苗を成熟まで飼育し、3年後の1994年には雄8尾、雌4尾から採卵受精に成功した。この稚魚を放流することにより、少しずつであるが資源は回復しつつある。この研究所には海水飼育と淡水飼育の陸上施設が各1カ所あり、このような絶滅の恐れがある系群を飼育している（写真11）。

おわりに

今回の訪問では、改めてアメリカ合衆国の広大さを実感するとともに、様々な考え方でさけ・ます資源の増殖に取り組んでいることを知った。このアメリカ合衆国をはじめ圧倒的な天然資源を有するカナダ、ロシアに対して国土の狭い我が国では人工ふ化放流でしか、現在の資源を維持することはできない。今後強まるであろう人工ふ化放流への圧力に対抗するためにも、野生魚との共存を図るための手法を明らかにしていく必要がある。

一方、防疫対策においては学ぶべきことが多くあった。当センターもサクラマスやベニザケの長期飼育を行っており、常に魚病発生の危険性と背中合わせの状態での飼育を行っている。このため、スネティシャムふ化場で実践している魚病発生による被害を最小限に止めるための小口で独立した管理方法については、すでに静内事業所のベニザケ専用施設整備で採用を計画している。

最後に、今回のアメリカ合衆国への出張にご尽力頂いた水産庁の福田前栽培養殖課さけ・ます管理班長（現国際課中国班長）に感謝申し上げるとともに、現地でご案内頂いた Heard 博士、Winton 博士、Mahnken 博士に御礼申し上げます。また、本稿作成に当たりご助力、ご指導頂いたさけ・ます資源管理センターの野村魚病研究室長に感謝申し上げます。

引用文献

ADF&G. 1999. Alaska Salmon Enhancement Program 1998 Annual Report. pp. 3-9.