

米国アラスカ州における サケ・マス人工増殖事業(II)

真 山 紘

第148号(54年7月)からつづく

5. 視察報告

(1) 旅行の経過

1978年10月9日(月)→8日(日)

アンカレッジ経由ニューヨーク行JAL 6便に塔乗し、成田の新東京国際空港を定刻午前10時に飛び立つ。

6時間45分の飛行の後、時差により前日(8日)の午後10時45分にアンカレッジ国際空港に着く。アンカレッジではわずか3人の乗客(日本人は筆者1人)と交替の日航の乗務員が降りただけで、最終便のため閑散とした空港ビル内で、心細くなり、不安を感じていたところ、思いがけなく在アンカレッジ日本国領事館の村上光由副領事が休日でしかも夜遅いのにもかかわらずわざわざ空港まで出迎えてくれ、自分の車で宿のWestward Hiltonまで送ってくれる。村上氏はもともとは水産庁の職員であるが、昭和52年の9月からこの領事館で、水産関係の情報収集、米国側との折衝にあたるなど、水産に関する業務をすべて担当しているとのことである。

9日(月)

州立 Fire Lake ふ化場の Mayo 氏の運転で、アンカレッジ周辺のサケ・マスふ化、飼育施設4ヶ所(Elmendorf 空軍基地内の飼育施設, Fort Richardson 陸軍基地内の飼育施設, Fire Lake ふ化場, Big Lake ふ化場)を見学。

10日(火)

午前中、アラスカ州政府魚類・狩猟局(Alaska Department of Fish and Game: 略称 ADFG)のアンカレッジ事務所を訪れ、水産資源回復・増大・開発部局(Division of Fisheries Rehabilitation, Enhancement and De-

velopment ; FRED) の地区計画担当官, Dave Daisy と Ken Florey の両氏と中央, 西部アラスカ地区のサケ・マス増殖について意見交換。

午後, アラスカ半島の Cold Bay に建設中の Russell Creek ふ化場の事業計画, 設計に当たっている FRED の調査研究スタッフと, 沿岸域の稚魚の行動を中心に調査研究の現状について意見交換。

11日(水)

午前中, 領事館の村上副領事のもとで, アラスカ州のサケ・マス漁業関係の資料の提供を受け, 齊藤領事を紹介され懇談。

アンカレッジ歴史・美術博物館で漁業の歴史, 漁具の展示など見学。

村上氏の案内で, 南方80kmにある Portage 氷河までドライブ。途中の小さな川にギンザケの産卵死がいかが漂っていたが, 2週間前に通った時には産卵魚が群がっていたそうで, この地区のサケ・マスのそ上・産卵はこの時すでに全魚種ともほぼ終了していた。

午後, 大日本水産会のアンカレッジ事務所に柏木完之氏を訪問。

柏木氏と共に村上氏宅に夕食の招待を受け, Portage 氷河で拾ってきた氷河片のオンザロックで乾杯!!

12日(木)

アンカレッジ空港, 定刻午前8時10分発のアラスカ・エアライン62便で州都のジュノーに向う。飛行時間は1時間25分であるが, 時差が2時間あるため, 到着は11時35分。

宿の Baranof Hotel にチェックインし, 午後, ADFG, FRED 部局の Principal Biologist, Kenneth Leon 氏を訪れる。打合せ後, 一緒に国立の水産研究所である NMFS, Northwest Fisheries Center の Auke Bay 研究所を訪問。所長から概要説明を受け, 所内見学, 会議室での意見交換の後, 付属の実験ふ化放流施設の Auke Creek Station を見学。

13日(金)

朝9時, 水上飛行機専用のエアポートから, ADFG の職員4人(1976年春に来日した土木建設技術者の Robert Lium 氏も同行) と共にカナダ製水上飛行機ビーバーで飛び立つ。Snettisham 水力発電所のふ化場建設予定地及び実験施設, Baranof 島に建設中の Hidden Falls ふ化場を見学し, 午後2時半ジュノーに戻り, ADFG のオフィスで情報収集。

Leon 氏宅の夕食に招待を受ける。Lium 氏と共に来日した Moberly 氏は出

張中で会えなかったが、夫人がこの夕食に同席してくれた。

14日(土)

昼の12時10分発アラスカ・エアライン62便でジュノーを離れ、途中シトカ、ケチカンを経由してアラスカ州から次の訪問地であるワシントン州のシアトル・タコマ空港に向った。

(2) 見学した施設の概要

アラスカ州のサケ・マス増殖事業は各地区により目的が異なるため、対象魚種、増殖規模にそれぞれ特色をもっている。今回訪れたのは中央地区のアンカレッジ周辺と、南東地区のジュノー周辺で、アンカレッジ地区はアラスカ州全体の人口40万人のうち17.5万人(全体の約45%)が集中しており、しかもこの州の中で最も交通の便が良いこともあって、遊漁(Sport fisheries)

人口が多く、これに対応した資源造成が要請され、整備が進められている。一方ジュノー周辺の南東アラスカ地区は古くからカラフトマスを中心とした漁業(Commercial Fisheries)が栄え、缶詰生産が盛んな場所である。またこの地区の都市間の陸上交通路が閉ざされており、人口

密度が極めて低く、州都ジュノーの人口もわずか2万人にすぎないことから、遊漁資源の需要も少なく、専ら漁業資源造成に主眼を置いた増殖体制がとられており、近年のサケ・マス資源増大計画の中で最も力の入れられている地区である。

○ アンカレッジ周辺

今回見学した施設は図-8に示す4施設で、このうち Elmendorf と Fort Richardson の2施設は Ship Creek 水系に、Fire Lake ふ化場は Eagle River に、Big Lake ふ化場は、Big Lake に流入する Meadow Creek に所在している。

① Ship Creek Complex

Fire Lake ふ化場と、Ship Creek 水系の2飼育施設を含めて Ship Cre-

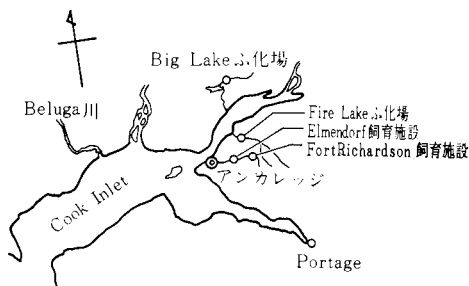


図-8 アンカレッジ周辺の見学箇所

ek Complex (シップ・クリーク集合体)あるいは Anchorage Area Hatcheries (アンカレッジ地区ふ化場)と称し、3施設で一連の増殖行程として機能している。この集合体は、アラスカ湾からアンカレッジまで深く入り込んで来ている入江である Cook Inlet 地区全体の遊漁用サケ・マス資源を供給するために作られ、マスノスケ、ギンザケ、ニジマスの稚幼魚を生産している。

将来計画としては、10年後の Cook Inlet 地区の遊漁者を満足させるものにする必要から、現有施設でのスマルト 150 万尾生産能力を 1,000 万尾に増加し、50 万尾のギンザケ、そして 15 万尾のマスノスケ親魚の回帰を目指しており、予算的裏付けも選挙公約としてすでに承認を受けている。

Fire Lake ふ化場

Ship Creek 集合体のための卵はこのふ化場に収容され、ふ上後他の2施設で飼育される。このふ化場は歴史が古く、アンカレッジ周

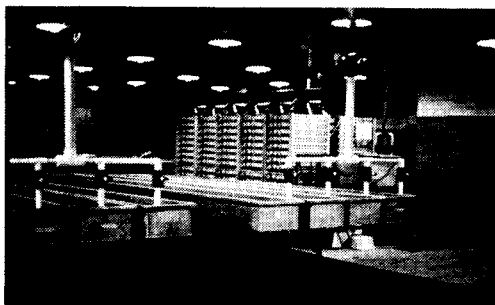


写真1 Fire Lake ふ化場のふ化室内部

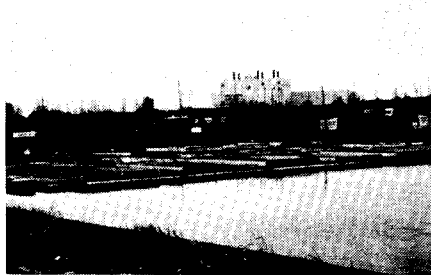
辺ではつい最近まで唯一の増殖施設であったが、現在ではふ化・飼育用水の取水条件の悪化により、種卵のふ化管理と新魚種の開発試験のために使用されているにすぎない。このような伝統あるふ化施設の能力を大巾にダウンさせた原因としては、この施設の取水源である裏山の Fire Lake の水温が 1~10℃と低く、このままでは飼育用水として不適であること、近年湖岸に人家がふえ、取水による湖水量の減少に対して苦情が出るようになったこと、そして湖水の富栄養化により植物プランクトンが増加し、濾過用フィルターがすぐ詰まるため大量の取水が技術的にむずかしくなったことがあげられ、水質的にも水量的にも将来にわたって改善の可能性が見出せず、サケ・マス類の飼育については断念せざるを得ない状態に追い込まれてしまっている。

現在このふ化場では少なくとも毎分2.27トンの水を必要とするが、取水量は毎分0.38トンにとどまるため、水の循環再使用により対処し、低水温についてはボイラーの加熱により 4~12℃まで上昇して使用している。この循環使用の方法は、ふ化室の床下に厚さ40cmほどに敷きつめた発泡スチロール製の球(ゴルフボール大)を通して藻類などを吸着させた後、曝気によりアン

モニアなど溶存ガス類を放出し、さらにカキ殻の層を通して。カキ殻を通す効果については、pHをあげるとか魚病の発生を抑止するとかの説明がされたが、実際の事業規模で単に通水するだけではその効果がそれほど期待されず、むしろ気休め的なものと感じられた。

このように用水の循環、水温上昇装置とその運用に多額の経費をかけることについては、これまでの北海道におけるサケ・マス増殖の水利用の実態からみると理解に苦しむが、ここの場長の話では「多額の経費をかけているという見方より、むしろ、少ない水を有効に利用するために水を大切にしているという点から理解してほしい」ということで、このあといくつかのふ化場をみていくうちに、この州において恵まれた取水条件というものがかく期待できず、いかに水を作るかという点に技術開発の力点が置かれている現状がわかり、この場長の言葉も納得のいくものとなった。現在この水を用いて、立体式ふ化器で250万粒のマスノスケ及びギンザケ卵のふ化管理が行われている。

一方、新魚種開発ということで、GreylingとSheefishのふ化試験が過去3年間続けられている。Sheefish (*Stenodus leucichthys*) はユーコン川より北側の北極地区に生息するサケ科の大型淡水魚で体長1.5m、体重30kg以上にも達することから遊漁対象魚として人気が高まっており、ADFGの遊漁部局でこの増殖に力を入れているが、その生息地に近いフェアバンクスに1979年にはこれらの魚種を含めた新たな多目的ふ化場が完成するため、この試験もそれまでで、このふ化場の運命もそれまでではなかろうかという悲観的な見方であった。



Elmendorf 飼育施設

この施設が完成しサケ類の飼育をはじめたのはつい最近の1977年11月で、150万尾のスモルト幼魚を生産する能力を有しているが、初年度はマスノスケ80万尾、ギンザケ20万尾のスモルトを生産した。

この飼育施設で特徴的なことは、Ship Creekの川水と火力発電所の温排

写真2 Elmendorf空軍基地の火力発電所と放熱用貯留池（池の中に生簀が浮んでいる。）

水を混合して飼育用水としていることである。この火力発電所は空軍基地に電力と暖房用スチームを供給するためのもので、Ship Creek から取水し排水しているが、この国の法律に基づき、環境保全のため温排水の放水の際には河川水温との温度差を 2°C 以内にすることが義務づけられており、この発



電所は放熱のための貯留池を基地内に設けている。これに ADFG の職員が目をつけ、この温水を用いた魚類養殖が計画され、軍当局との話し合いの結果、基地内に飼育施設を建設することとなった。当初は大きな貯留池に直接網生簀を浮かべ、ニジマスを飼育したが、

せつそう病の発生に悩まされて大きな池での治療のむずかしさからこの池での飼育は中止された。

本格的なサケ・マス飼育のため1977年に20面の飼育池と取水施設が建設された。温排水の利用方法は、平均水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ の温排水と、 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ の河川水を混合して自動的に目的に応じた水温条件を作れるようになっており、冬期間（10月～5月）は $8^{\circ}\text{C} \sim 11^{\circ}\text{C}$ に保たれるようにセットされる。用水の混合装置とゴミとり装置に約160万ドル出費したが、もしこの水温条件をボイラーを用いた加熱で作るとなると1日に500ドルはかかるだろうということで、その経済性の高さを強調された。

Ship Creek にサケ類は5種共そし、1978年のその推定尾数は、マスノスケ700尾（5月～7月）、シロザケ500尾（7月～8月）、ギンザケ300尾、カラフトマス600尾、ベニザケ3尾（この年初めてそ上が確認された。）であるが、この水系で人工増殖に使用されているのはマスノスケだけで、ギンザケ卵は Seward 方面から移入しそれぞれ還元放流されている。

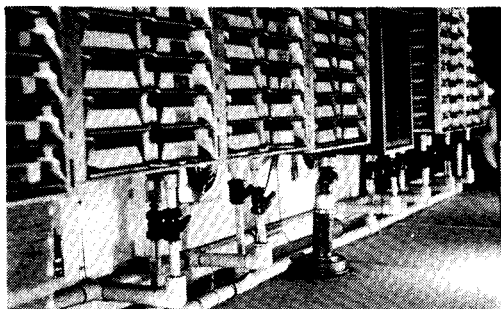


写真3 水温調整装置を説明する Elmendorf 飼育施設の Ohlinger 場長（左）

写真4 Fort Richardson 陸軍基地の火力発電所と飼育池

Fort Richardson 飼育施設

ここでも Elmendorf の飼育施設同様、火力発電所の温排水を河川水と混合して飼育用水として用いているが、この発電所は陸軍基地用のものである。この温水は飼育用水の他にトレーラー式の簡易ふ化室にも利用されており、トレーラ内部にセットされた18列のプラスチック製立体式ふ化器（水受皿の他に15段）への注水管は青と赤に色分けされた2系統あって、それぞれ河川水、温排水が出るようになっている。卵の管理には原則として河川水だけを用いるが、採卵された他の地区へ還元放流する場合は時期の調整のために水温操作をすることもある。



この施設ではギンザケとマスノスケのスマルト幼魚の生産が行なわれており、現在その生産能力は約50万尾であるが、生産量の増大のための施設の改築、取水量増加の可能性の検討に入ることになっている。

② Big Lake ふ化場

このふ化場は Cook Inlet 奥部のいくつかの河川のベニザケ資源回復プロジェクトの一環として、FRED の本格的な活動が始められてから作られた新しい感覚に基づく施設で、事業を進めながら新しいふ化管理技術開発の試みが続けられている。現在の卵の収容能力は1,000万粒であるが、地下水の揚水に成功すれば2,000万粒に増加する計画で予算的裏付けを得ている。

このふ化場では、この州としては珍らしく地下水を用いており、5ヶ所の井戸から毎分4トン位の動力揚水を行なっているが、取水の深さが地下約20mと浅いため水温変化が2~10℃と大きいのが欠点で、新たに40m位からの取水を計画している。この地下水だけでは水量が不足するため、横を流れる Meadow Creek からほぼ等量の河川水を取水している。この取水方法は河道にバイパスを作り、その川底から2m下に約10mの区間で穿孔管によって取水し、濾過器を通して用いている。12月~4月の冬期間は河川が結氷する

写真5 トレーラー式ふ化室内部の立体式ふ化器、河川水と温排水の注水が可能 (Fort Richardson 飼育施設)

ため、取水部の上を厚い板状の発泡スチロール製ブロックで覆い、凍結を防止しているが、水が張った場合はこの板の上に乗って、ゆすって水を割って除去するような苦勞もしているようである。

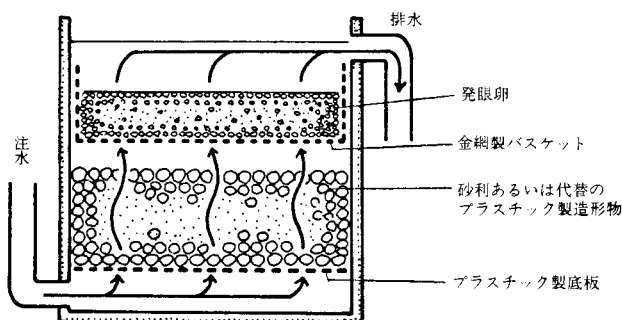
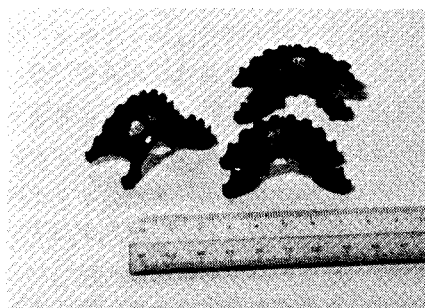


図-9 Substrate Incubatorの模式図
(発眼卵の収容図)

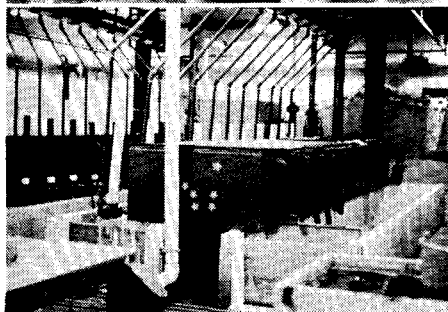
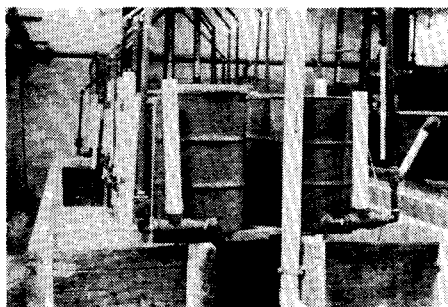
卵の発生初期の夏期には河川水温が $12\sim 13^{\circ}\text{C}$ と高くなるため地下水と混合して下げたり、放流時期調整のために、ベニザケ稚魚の放流場所である湖の水が落ちて湖の生産力の高まる時期まで稚魚をとめておくような操作も二種の水の混合により可能となっている。

このふ化場における新しい技術開発の一つとしてふ化器の改良試験がある。ふ化室の中には4種類のふ化槽が配置され、それぞれ実際に使用しながら管理上の問題点がチェックされている。4種共に基本的な構造に違いはなく、図-9に示すように水が底から入り、卵、仔魚の間を通過して上方に抜け、オーバーフローして排水され、水の通り方は北海道におけるボックス型、増ア



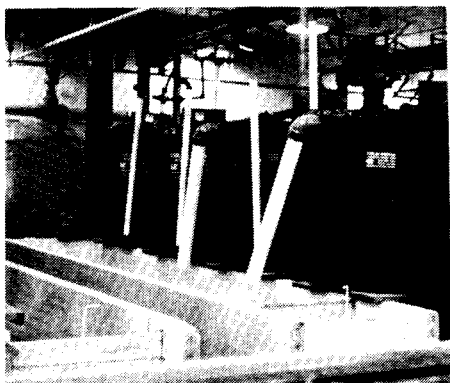
型ふ化器と変りはない。しかし大きな違いは、仔魚についてもこのふ化槽の中で養育しようということとで、しかもこの時期に運動させることは仔魚の成育のために悪影響を与え、健康な稚魚が作れないという考え方から、仔魚の運動を抑えるために天然産卵床の砂利に相当するプラスチック製の造形物を槽内に詰め、このすき間に仔魚を収容することである。このプラスチック製品はもともと下水処理用の濾床散布用に用いられたものを改良したもので、複雑な形をしており、これを無雑作にふ化槽に投入するだけで、サケの仔魚にとって丁度良い空間が保たれるよう

写真6 Substrateふ化器で砂利替りに用いられるプラスチック製造形物



になる。このふ化槽での管理法は、卵の収容からふ化までは槽内に卵だけを入れてボックス型ふ化槽と同じように管理し、発眼後、淘汰した時点で卵を取り出し槽内に前述のプラスチックサドル（馬のクラに形が似ていることから、このように称されることもある。）を詰め込み、この上に検卵後の卵をバスケットに入れて吊す。ふ出仔魚は、卵は通らないが仔魚は通過できる網目のこのカゴから落ちて、プラスチックサドルの層の中に入り、適当なところにとどまるようになる。ふ上期になると自らこの層から脱出し、上方のパイプから

流下して水槽に自動的に集められることになる。短期間の飼育が必要な場合ここで給餌するが、このふ化場のベニザケはほとんどの段階での無給餌放流が行なわれている。このようなプロセスでふ化管理が行なわれるが、卵からふ上稚魚までの生残率は82～88%、ふ出後ふ上まではわずか1%程度の死亡率にとどまり、極めて良好な成績をあげているようである。（このふ化管理法については、技術開発の項でさらに詳述する。）



このような方式のふ化槽は4種類試験されていたが、最も小さいのは、ご

写真7 ドラム缶を改造したSubstrateふ化器（Big Lakeふ化場）

写真8 箱型のSubstrateふ化器（Big Lakeふ化場）

写真9 FRP製Substrateふ化器（Big Lakeふ化場）

く普通のドラム缶を改造したもので、注水量は毎分19ℓで、7万5,000粒を収容する。2つめのものは耐水ベニヤにプラスチック・コーティングした箱型のもので、通水量は毎分38ℓ、15万粒収容可能である。プラスチック・サドルは約30cmの厚さに詰められる。3つめのものは最も大きなもので、FRP製の円型水槽で、毎分132.5ℓの通水により75万粒を収容できる。将来は増収対策としてすべてこのタイプに統一される計画であるが、大型のため取り扱いが面倒な欠点は避けられないようである。その他4つめのものとして円型のドンブリ状のもので30万粒収容のものも置かれていた。このような生物学的な理にかなった、しかも合理的に管理の出来るふ化器が実用化されようとしていることや、水利用の面での積極的な姿勢については、この州の本格的なサケ・マス増殖がまさに今始ったところで、日本における明治時代の創始期の息吹きをここに見ているような感じがされた。

○ ジュノー周辺

南東アラスカ地区には数多くの増殖施設が作られ興味深い地区であるが、わずか1日半の日程しかなく、しかも交通の便が空路に限られるため、見学個所は限定されたが、ADFGの配慮により、ジュノー北方約13kmのAuke Bayの増殖実験施設、

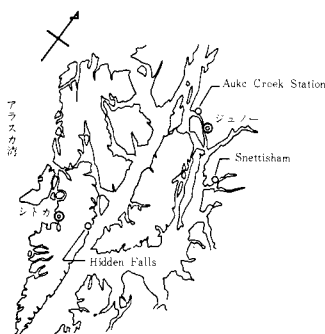
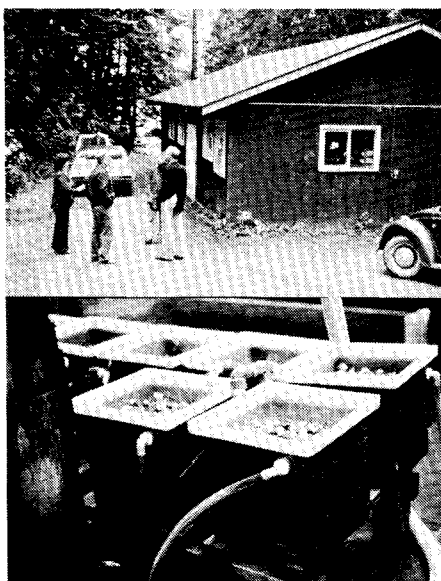


図-10 ジュノー周辺の見学個所



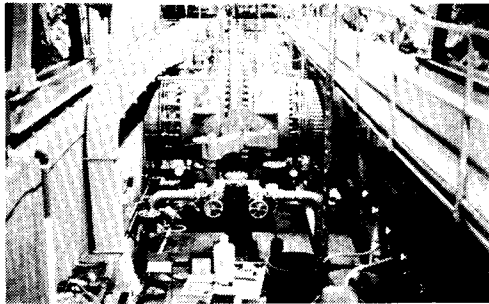
(写真10) Auke Creek Stationのふ化室

(写真11) Auke Creek Stationの実験用砂利式ふ化器

そして水上飛行機を用いて Snettisham, Hidden Falls の施設を見学させてもらった。

① Auke Creek 実験ふ化放流施設

Auke Bay には国立の水産研究所である Northwest Fisheries Center (U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service に所属し、本所はシアトル) があり、主にアラスカ地域の漁業資源研究、海洋調査、サケ・マス増殖技術の開発研究、そして特異的なものとして、アラスカ州の石油開発による海洋・河川の汚染対策の研究が行なわれている。Auke Creek Station はこの研究所に付属する施設で、アラスカ州政府の機関である ADFG と共同で1971年以来運用されてお



り、地元の遊漁者団体からも資金援助を受けている。NMF Sではこの施設を使って、主にカラフトマスの

実験放流による各種試験研究を実施しているが、ここでの数多くの研究成果の中には、Big Lake ふ化場をはじめ多くの施設で採り入れられている新方式のふ化器の開発試験もあり、1971年以来生物学的な面からの検討を加えられて実用化されたもので、ふ化室内には色々な砂利式ふ化器がみられた。

この施設の放流河川である Auke Creek は、川巾15m程度の小さな川で、構内にある親魚捕獲施設は河川を横断する格子のヤナ(weir)に捕獲槽が付き、構造的には北海道の木ウライに良く似ている。この州の沿岸河川は上流に湖を持つ小河川が多いため、捕獲装置は Weir 方式が多いようである。

ここでのふ化用水は、Auke Creek の上流の Auke Lake の水深6m層から取水しているため、水温は4～6℃で、カラフトマスの場合、自然界より約10日早くふ出する条件にある。この施設では、例年約100万尾のカラフトマス稚魚を生産、放流し、約18,000尾の親魚の回帰をもたらしている。

② Snettisham 実験施設

ジュノーに電力を供給するスネティッシュム水力発電所がジュノーの南方約

写真12 Snettisham水力発電所の導水パイプ、下方にふ化器が設置されている。

45kmの地点にあり、発電用水を山の上の湖から導水している。発電機は海岸の断崖にかけられたトンネルを車で入った奥深いところにあり、突然現われる広い素堀りの洞窟の中に、原色に塗られた発電機、太い導水管、そして数多くのメーター類が配置されている様は、出発前に ADFG の若いスタッフがこの施設を称して、「007の映画に出てくる地下の秘密要塞のようだ。」と言っていたのがまさにピッタリである。

この発電室の一角に、ADFG が1976年以来将来の実用化に備えて運用されているサケふ化・飼育実験施設がある。

1978年11月の選挙公約に提示し承認を求めたふ化場新設計画の中にこのスネティシャムふ化場建設費550万ドルも含まれており、当初はシロザケ稚魚5,500万尾、ギンザケあるいはマスノスケのスマルト化幼魚120万尾を生産する計画で、これによりそれぞれ110万尾、12万尾の親魚の回帰を期待している。この施設の利点としては、湖の深層水（水深27m）を用いるため年間ほぼ一定した4～5℃の良質の水を利用でき、しかも発電用水量が莫大なことから、将来収容能力を増大することが可能なことで、初期の放流魚が幾代か回帰し固有資源が造成された時点で、さらに生産量を増加する計画でいる。



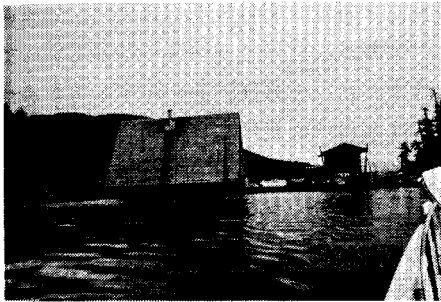
見学した時点では、ドラム缶を改造してその中にプラスチック造形物を入れたふ化器約10個にシロザケ卵が収容され、また大型のFRP製水槽ではマスノスケの幼魚が飼育されており、それぞれ自然界より高い水温条件下でのふ化・飼育試験を実用化に備えて入念に

行なわれていた。試験中は発電前の水を少量分けてもらっているが、新しい施設は湾に面した海岸に作られ、タービンを通った水を利用することになる。またここでのふ化放流試験は、1980年に予定されている操業開始の前に、この湾内に回帰してくる固有資源を造ることもその目的の一つで、現在この地点から約13km西方のLimestone Creekとさらに遠方のProspect Creekとの2つの川のシロザケ卵を用いて、この目的のため約40万尾の稚魚の放流が行なわれている。

写真13 建設中のHidden Fallsふ化場、後方右は山の上の湖からの導水管工事箇所

③ Hidden Falls ふ化場

ジュノーから水上飛行機で約40分、バラノフ島に建造中（1978年末に完成）であったこの施設は、大規模なシロザケ増殖を目的に作られた最初のふ化場で、このあと続々と作られる予定のシロザケ専用ふ化場の先駆となるものである。稚幼魚生産能力はシロザケ稚魚4,700万尾、ギンザケのスマルト化幼魚300万尾と設計され、1976年の選挙で建設が承認され予算化された。建設費はふ化・飼育施設に約350万ドル、発電施設60万ドル、職員住宅40万ドル、



その他50万ドルで、総額約500万ドルが投入された。

ここでも他のふ化場同様、独特の取水法、利用法が採り入れられている。このふ化場はHidden Falls Lagoonと呼ばれる小さな入江の最奥部に作られたが、その入江には断崖の上の湖から滝が落下し

ており、ふ化・飼育用水はこの湖から取水している。取水は湖の水深3m層と12~13m層の2層から行なわれ、それぞれの層から別々にパイプでサイフォン式に導水している。崖の上の湖畔からの落差は50~60mもあろうか大変な工事が訪問時に行なわれていた。2系統で取水された水はふ化室内の4つの混合槽で4段階の水温条件を作ることが可能で、当初の計画としては卵期の前期には5~6℃に調整し、その後温度差をつけた各種試験を実施したいとのことである。この落差をもった取水方法を利用した水力発電装置も同時に作られている。アラスカ州のふ化場は冬期間に室温を5℃以上に保つ基準があり、従来は石油あるいは電力による暖房が行なわれてきた。しかし広い州内のふ化場適地に一般の電力の供給を期待することは不可能で、石油の利用については海上輸送が必要とされ、これらの経費が莫大であったことを考えると、ここでの取水方法は一挙両得といえよう。

卵~仔魚期は、Big Lake ふ化場で試用されていた大型のFRP製ふ化槽を上下2段に配置することになっているが、初年度には間に合わないため、Snettishamに仮収容しているシロザケ卵のふ出後、約200万尾をここに輸送して給餌後放流する予定でいる。これが回帰する3年後からこの固有資

写真14 Hidden Falls Lagoonに浮かぶ職員用の仮宿舎、右側は発電室兼倉庫

源を造成して行き、やがて満度の収容にもっていき、最終的にはシロザケ親魚100万尾の回帰を期待している。

Hidden Falls の入江には、海上を移動できるようハシケの上に作られた建設関係者のための大きな宿舎が岸に接して浮かび、湾の中央には ADFG の職員のための宿舎が浮んでいる。我々も昼食のためこのハシケにモーターボートで訪れた。この宿舎はこのような工事や長期間の調査のために用いられ、この場合は職員用の4戸の宿舎が完成するまで使用されることになっていた。ハシケの上には住居と発電室兼資材庫が分離されて設置され、住居部は外観が山荘風で、中は二階建になっており、居間・台所などは機能的に一般の家庭となんら変わりなく、室内の作りはシャンデリア風の照明も付きまるで別荘のようである。この州の海岸線は氷河の浸食により複雑に入りくみ、島が多いため湾内は非常におだやかで、このような浮家でも居住性には全く障害とならないのであろう。

6. サケ・マス増殖技術開発の現状

アラスカ州では、従来サケ・マス資源の保護のために、天然産卵親魚量の確保、自然再生産基盤の整備に関する種々の施策がとられてきた。現在でもこのための基礎的な調査研究に立脚して、積極的な保護策が講じられていることはいうまでもない。しかし1971年に ADFG 内に FRED 部局が組織されることにより、さらに積極的な方策として人工ふ化放流方式がとりあげられるに至った。この州のサケ・マス人工ふ化放流は1900年代初めの中絶以後、遊漁資源のために細々と行なわれてきたにすぎず、漁業資源のための大規模な回帰を目指すふ化事業は今スタートしたばかりである。このように人工ふ化放流方式を積極的に推進するに至ったこの方式の利点については、次のような考え方が聞かれた。

一つには減少したサケ・マス資源を短期間に回復・増大するために、漁業の中絶を伴わない方法で、漁業を維持しながら天然の資源回復を図る方法として人工ふ化放流を有効に利用していこうという考え方である。人工ふ化放流により一定の場所に、一定の回遊経路をもって、一定の時期に、一定の数量のストックを作り、これに漁業規制を効果的に適用することにより、この目的を達成しようというものである。

またもう一つの利点として評価されているのは、自然環境下での大きな資

源量変動の要因となる、秋の大雨による産卵床内の卵、仔魚の流失、そして冬期間の産卵床の凍結の起きる時期を人工的に管理することにより資源量を安定させることで、これは漁業者のみならず、加工業者等関連産業の計画的操業を可能にするものと考えられている。

このような、これまでとは異なった大規模な人工ふ化放流事業を開始するに当り当面した技術的な問題点は、まず第一に、大量増殖のために必要な大量の良質なふ化・飼育用水の確保であり、次に、大量にかつ合理的に管理でき、良質な種苗を作ることのできるふ化管理技術であり、放流後の減耗を少なくし回帰率を高める放流方法の確立であった。これらの問題点とその対策としてどのようなことが考えられ実施されているか、以下それぞれについて記してみる。

① 用水

日本では、恒温条件を持つ湧水をシロザケのふ化用水として用いることにより健全な卵の発生をもたらし、その発生時期も自然界にほぼ一致し、ふ上後の飼育により放流時期の調整を可能にしている。一方アラスカ州においては、その地質構造から大量の湧水は期待できず、各ふ化場共それぞれの立地環境に応じた独創的な工夫によって用水確保を図っている。

この州の自然界におけるシロザケの産卵から降海までの時期は、南東地区では、早くそ上する系統群の産卵が水温 14°C 位の7～8月に始まり、遅くそ上する系統は $7\sim 8^{\circ}\text{C}$ の9月～10月初めにかけて産卵する。冬期間には水温 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$ 位で仔魚期をすごし、翌年の4～5月にふ上稚魚が砂利層を脱出して、6月までには降海を完了する。我が国のようにシロザケのふ化管理に少なくとも平均水温 7°C 位は必要な条件下とは異なって、天然の稚魚の降海期に一致させるためには、平均 4°C の水温があればシロザケの卵、仔魚の管理には差しつかえないということで、この州に無数にある湖の深層水を利用する方法がとられるに至った。

またもう一つの方法として、ギンザケ、マスノスケのように飼育によりスマルト化して放流する場合には、水温を上げて成長促進することが有効で、水温上昇のために、火力発電所の温排水の利用、ボイラーによる加熱なども試みられている。

これらの方法をそのまま日本に持ち込むことは勿論不可能であるが、用水を作り出す種々の努力、創意、工夫については学ぶべき点が多い。

(a) 湖の深層水の利用

今回ジュノー周辺で見学した3施設はすべて湖水をふ化・飼育用水に使用して運用されている。その詳細は「見学施設の概要」に記述した通りである。

この他には、シロザケ増殖技術の実験ふ化場である、南東アラスカの Beaver Falls ふ化場で水力発電所のパイプラインから取水しており、また西部アラスカの Kitoi ふ化場、設計段階にある中央アラスカの Main Bay ふ化場、Tern Lake ふ化場も湖水を利用しており、今後シロザケ、カラフトマス用のふ化場の増設と共に増加する計画にある。

(b) 火力発電所の温排水利用

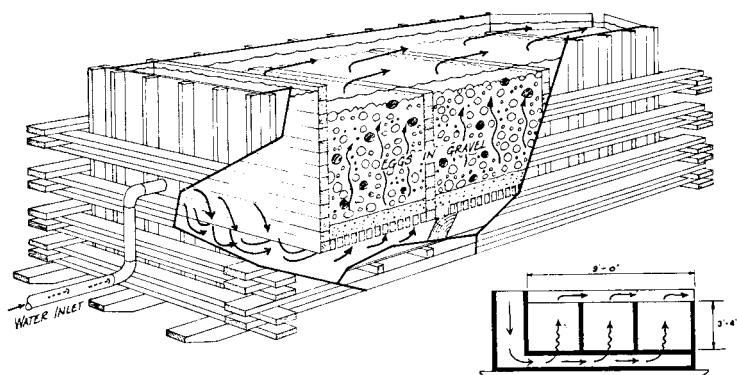
アンカレッジ周辺で見学した4施設のうち2つの飼育施設は、「見学施設の概要」で詳述したように火力発電所の温排水を河川水と混合して適水温を作り、ふ化・飼育用水に用いている。

これらの施設は基地用の小規模の火力発電所に付属したものであり、しかも発電所建設が先行して、後からこれらの施設が作られたため、必ずしも理想的な形で作られ運用されているとはいえない。現在人口の増加が著しいアンカレッジ市に電力を供給するための大規模な火力発電所の新設が Cook Inlet の対岸の Beluga 川に計画されている。ADFG では、発電所建設の計画段階からアンカレッジ市当局と共同で設計を進めることで合意しており、完成が予定される7～8年後には理想的な形の温排水利用ふ化場が運用を始めることであろう。現在の計画では、水温上昇による飼育効果が期待されるギンザケ、マスノスケ、ベニザケを対象として4,200万尾の稚幼魚生産を目論んでいる。

また、北部アラスカのフェアバンクス周辺で1979年中に運用が開始される予定となっている Clear AFS ふ化場も、空軍レーダー基地からの温排水と地下水を目的に応じて混合使用する設計になっており、内陸部の遊漁のための種苗生産に主力を置いて、マスノスケ、ニジマス、Sheefish, Arctic Grayling をふ化・飼育放流する計画である。

② ふ化管理

従来、この州のサケ・マス人工ふ化放流事業は、一部の地区において遊漁資源を作るため、主にギンザケ、マスノスケを対象として行なわれてきた。これらの魚種は河川内で摂餌、成長しながら比較的長い期間を過した後にスマルト化して降海することから、自然界では淡水域の収容力に限界があり、



図—11 カナダの砂利式ふ化器 (Fisheries and Environment Canada, SEP, Fact Sheetより)

しかも大きく減耗する要素をもっている。このため、降海期までの間を人工的に給餌飼育することにより、この間の生残を高め、一定の効果をあげてきた。しかしこれまで事業的規模で大量に扱われることのなかったシロザケ、カラフトマスの人工ふ化放流を始めるに当たり、新たに解決しなければならない、いくつかの管理上の問題点が出てきた。

ひとつには、これらの稚魚は産卵床から脱出、ふ上すると、その周辺でわずかの期間滞留するだけで、短期間のうちに降海してしまうことであり、これまでのこの事業において重要な要素であった飼育が基本的には不要になるということである。ただし、日本において短期間のシロザケ稚魚の飼育を実施したことにより、回帰率が2倍となった事例のあることから、短期間の飼育の効果については評価、検討の必要ありという認識である。

つぎに、どの魚種にもあてはまることであるが、卵、仔魚は自然界では産卵床の砂利の中で運動を抑制されながら発生が進むのに対して、これまで多く用いられてきた立体式ふ化器は、卵期では問題とならないが、ふ出仔魚の場合に障害物のない空間に収容されることにより、自然界では未だ運動を要求されない発育段階にすでに泳ぐことを求められ、この結果として、卵黄から体組織へのエネルギー転換量が減少して小型の稚魚が作られ、しばしば異常魚さえ生産されることが確かめられてきた。この障害については、ふ上後

も長期間の飼育により人工管理下におかれるギンザケ、マスノスケでは適切な飼育により十分回復可能であるが、ふ上後短期間のうちに自然界へ放流されるシロザケ、カラフトマスについては、その後の減耗要因の一つとして無視出来ないことが予想された。日本のごく一般的な仔魚期の管理法についてみると、ふ出仔魚は「養魚池」と称されているふ上池に散布され、砂利と砂利の間でふ上期まで養育される。池の中の流れに起因する仔魚の運動を砂利の存在により抑制する点では、天然産卵床にまねた方式であり、高い回帰率を生み出す要因の一つとしてこの管理法を評価する価値がある、という見方がされてきた。

これらの2つの問題点のうち、飼育が基本的に必要がないという点から、卵・仔魚期の管理過程において健全で良質な稚魚を生産することが要求され、2つめの仔魚期の管理法の問題点に取り組む必要性が生じたものと考えられる。

シロザケの本格的な人工ふ化放流事業の開始に先立って、これを解決するために精力的に実験され、実用化されてきたのが、最初にカナダで開発された砂利式ふ化器(Gravel Incubator 図-11)である。この方法は天然産卵床の構造をまねたもので、受精卵を1.3~1.9cm径の砂利と交互に層状にふ化槽の中に収容し、底板の数多くの小孔から注水された水は、砂利と卵の間を通過して表面に抜けて排出される。サケ卵は砂利中でふ化し、やがてふ上期となり自ら摂餌出来る時期となると、砂利の間を抜けて表面に出てきて、パイプを通過して水と共に河川あるいは池に泳ぎ出す。

この方式は、ふ化槽の形、導水の方法等色々な改良型が試験されているが、最近天然の砂利の代替として人工の物質を使う研究が行なわれている。天然産卵で実際に使用される砂利を用いた場合、試験結果は極めて良好であるが、重くて扱いが大変なことと、使用される場所によっては適切な径の砂利の入手が困難なことが欠点としてあげられる。このため、軽くしかも効率の良い物質が検討され、NMFSのAuke Bayの研究所とADFGのスタッフが共同でこの問題に取り組む、プラスチック製の人工芝を使用したところ結果は良好で、その後プラスチック製の色々な形のものを用いた試験が行なわれた。現在この州では、ふ化場の新・改築に当たってこのプラスチック製品を使用するふ化器(Substrate Incubator)を全面的に採用する方向で設計している。

③ 放流

日本ではサケ稚魚の沿岸滞泳期の減耗を低く抑えるために、適正な時期に放流する、いわゆる適期放流を効率を高めるための技法として採り入れ、放流調整のための給餌飼育、種卵移殖などが行なわれている。しかし沿岸滞泳期稚魚の減耗のメカニズムはまだ不明の点が多く、現在進められているサケ別枠研究の中でも主要な項目として取りあげられ、精力的に調査研究が進められている。

アラスカ州を含む北米のサケ・マス再生産地区においては、夏期間においても沿岸水温が15℃を越えることはほとんどなく、日本において放流適期の目安として大きな意味をもつ、サケ稚魚の最終沿岸離脱期の水温15℃という値を、直接これらの場所にあてはめることは不可能である。もともと人工ふ化放流の中心がギンザケ、マスノスケであったため、降海のためにはスモルト化という魚の側からの生理的な要求に重点を置いた放流が行なわれてきた。しかしシロザケ、カラフトマスが主要な対象魚となり、日本での短期飼育を伴った適期放流の実施による回帰効率の上昇という情報を入手することにより、この州の環境条件に即した適正な放流適期の把握が急がれた。

現在のところ、人工ふ化稚魚の放流時期は、その場所の天然の稚魚の降海期に合わせることを基本にし、さらに沿岸帯で直接の餌料対象となる動物プランクトン生産量の高まる時期に一致させることが有効であるとして、標識放流を組み合わせた適期解明のための調査研究が始められている。

この州の河口域はほとんどが内湾あるいは入り組んだ入江の奥にあり、沿岸帯の生物生産性が高いにもかかわらず、人間による沿岸性魚類の利用度合いが低いのか、サケ・マス稚魚の害魚となりうる魚類の生息量が非常に多いようで、訪問先での話し合いのたびに害魚対策の話題が出て、日本での対応の仕方についてたずねられた。現時点ではサケ稚魚及び害魚となる魚種(中心となるのはオショロコマ)の沿岸での生態の違いを知って、放流方法を色々変えてみるにより被害を低く抑える可能性について考え、試みられているようである。

7. サケ・マスの遊漁

我が国において、遊漁としてのサケ・マス採捕は、河川内でサクラマス幼魚が一部許可されている他は一切禁止され、沿岸帯ではわずかにサクラマス

の船釣りが北海道の日本海沿岸で行なわれているにすぎない。

北米諸州では、沿岸及び河川内において厳しい遊漁規則に基づいてサケ・マスの遊漁が許可され、市民の重要なレクリエーションとなっており、近年ではサーモン釣りを目的とした日本人旅行者も増加の傾向にある。遊漁の実態を知ることは、サケ・マスの生態を通じた資源管理の現状を把握する一つの方法と思われるので、簡単に紹介してみる。

(1) 遊漁の現状

「サケ・マス資源とその漁業」の項で概略説明したように、年間のサケ・マス遊漁尾数は1977年に38万尾と多かったが、平均すると20万尾前後と、漁獲量全体に占める割合はさほど多くない。しかし人口密度の高い地区で強く漁獲され、しかも対象魚種としてマスノスケ、ギンザケの人気の高いことから、州政府としての資源造成目標もこれらの社会的要求に対応することが要求されている。シロザケについては、食用として利用されないという理由より、むしろ河川内、沿岸帯共にこれまで使われているどのようなルアーにもストライクしにくいことから、主要な釣対象魚となっていないのが実情であり、1977年にはサケ・マス遊漁尾数全体のわずか1.9%にすぎず、ギンザケ、クラフトマスを目的とした釣の際に紛れて引っかかってくる程度である。

1975年には147,721通の遊漁許可証が発行されたが、この他にライセンスを必要としない子供達約53,000人が遊漁を楽しんだものと推定されている。この数は年々増加し、1977年には25万人以上の市民が遊漁をし、数多くの釣具店、ガイドサービス、宿泊施設などの経済活動を支えたものと評価されている。

(2) 遊漁に関する州政府組織

アラスカ州政府魚類・狩猟局(ADFG)の部局の一つとして、この州の遊漁資源管理に当る遊漁部局(Sport Fisheries Division; SFD)が置かれている。この部局の役割は、魚類(すべての魚貝類を含むが、実際には大半がサケ科魚類)資源を高い水準に維持しながら、州民にできるだけ多くの遊漁の機会を供給することにある。Juneauの本部の他に州内に15ヶ所の出張所、さらに遊漁期には臨時の出張所が増設され、遊漁者のために便宜を図りながら資源管理業務を実施する。

遊漁対象魚類の資源状態は、42人の生物学者がフィールド調査を通してモニターし、遊漁期間、区域などの変更などの決定が遊漁期間内においてもす

みやかに行なわれる。SFDの業務としては、これら調整規則に直接係わる資源量調査の他に、遊漁の可能性のある河川・湖沼のリスト作り、遊漁漁獲量調査、生育環境の保全調査、魚道の効果を含めた生息量、分布域の調査などの諸調査、そしてFREDの業務とは別に、遊漁資源のための人工ふ化放流事業も実施している。

(3) 遊漁対象魚

この州の河川、湖沼には40～50種の淡水魚が生息するが、このうち遊漁の対象となるのは15種前後、海面では数百種のうちわずか10種類前後にすぎず、どちらも重要種はサケ科魚類である。

○主な遊漁対象魚種（英名はこの州での通称で記した。）

○淡水域

King Salmon	(マスノスケ)
Silver Salmon	(ギンザケ)
Red Salmon	(ベニザケ)
Pink Salmon	(カラフトマス)
Chum Salmon	(シロザケ)
Steelhead Trout(Rainbow Trout)	(スチールヘッド、ニジマス)
Cutthroat Trout	(カッツスロート・トラウト)
Lake Trout	(レイク・トラウト)
Dolly Varden	(オショロコマ)
Arctic Char	(北極イワナ)
Arctic Grayling	(グレイリングの類)
Eulachon	(ユーラコン、キュウリウオの類)
Whitefish	(ホワイトフィッシュ、シロマスの類)
Sheefish	(シーフィッシュ)
Burbot	(淡水タラの類)
Northern Pike	(カワカマスの類)

○沿岸域

サケ属5種	(マスノスケ、ギンザケ、ベニザケ、カラフトマス、シロザケ)
Cutthroat Trout	(降海型カッツスロート・トラウト)
Dolly Varden	(降海型オショロコマ)

- Halibut (オヒョウの類)
 Rockfish (カサゴの類の底魚)
 Clam (二枚貝類)

サケ・マス類の釣のシーズン(来遊最盛期)とこれまでに釣獲され公式に記録された最大体重及び体長(全長)を参考までに表-11に示した。来遊時

表-11 アラスカ州におけるサケ・マスの来遊時期及び遊漁で漁獲された最大サイズ

魚種	来遊最盛期			釣獲最大サイズ			
	南東部	中央部	西部	体重(kg)	体長(cm)	場所	年
マスノスケ	4月-7月	5月-7月	5月-7月	42.2	127	Kelp 湾	1977
ギンザケ	7-9	7-9	7-9	11.8	89	Icy 海峡	1976
ベニザケ	7-8	6-7	6-7	7.3	79	Kenai 川	1974
カラフトマス	7-8	7-8	7-8	5.7	76	Moose 川	1974
シロザケ	7-9	7-8	7-8	12.3	100	Behm 海峡	1977

- 体長・体重は、1964年以降に州内で遊漁されて ADFG で記録されたものの中で最大のもの。
 ○ADFG, 遊漁部局の公表資料(1978)を基に作製。

期は、各地区共に春のマスノスケに始まり、ベニザケがこれに次ぎ、このあとギンザケ、カラフトマス、シロザケがほぼ同時期に来遊し、この中ではギンザケが遅くまでそ上がみられ10月中旬頃までみられるのが一般的である。

(4) 遊漁規則

アラスカ州内に適用される遊漁規則(1978年)の中から、サケ・マス遊漁に対する認識を得るのに必要と思われるいくつかの項目について抜粋してみる。

○遊漁許可証を必要とする人

個人的消費のため、あるいはレクリエーションとして、州内のあらゆる魚貝類を採捕しようとする場合に、16才以上のすべての人は許可証を所有しなければならない。ただし60才以上で、しかも30年以上連続して州内に居住している老人は許可証を必要としないが、特別の認識カードを所持しなければならない。

○遊漁許可証取得料金

居住者

遊漁(1年間有効) 10\$

遊漁、狩猟（1年間有効） 22 \$

非居住者（旅行者）

遊漁（1日有効） 5 \$

〃（10日間有効） 15 \$

〃（1年間有効） 30 \$

○主な不法漁獲行為

1. 1本のラインにプラグ、スプーン、スピナーを2組以上、フライを3個以上、鉤を3本以上つけること。
2. 2本以上のライン(糸)の使用（ただし氷下釣の場合は許される）。
3. 淡水域での生餌の使用。
4. 爆発物、毒物の使用。
5. 河川内の人工柵、ダム、魚道、その他のその上障害物から300フィート（約90m）以内での漁獲。
6. 淡水魚及び卵の移殖放流、及び無許可での標識放流。
7. 故意に魚のその上、産卵を妨げる行為。
8. 淡水域でのヒッカケ釣り。（口以外にひっかかった時はすぐに放流しなければならない）

○各種の制限

前記禁止行為の他に、遊漁区域、漁期、漁獲尾数、体長の制限、そして漁具についてもルアー、鉤の大きさ、取り付け方を細かく規定している。

1日当りの漁獲制限は地区毎に細かく定められており、サケ・マスについては1日に最大5尾まで制限されている地区から15尾まで許可される地区まであり、これらについて体長制限が併記される場合もあり、特にマスノスケについては尾数もきびしく制限されることがある。

これらの遊漁調整規則は毎年12月に検討に入り、遅くとも翌年3月までには多くの改正をおり込んだ新年度の規則が施行される。またシーズン中には、沿岸漁獲量、河川その上量（天然産卵量）をチェックしながら、地区、河川毎にきめ細かく各種制限を改定することから、遊漁者は釣に入る前にADFGの事務所でこの点について確かめる必要がある。

この州の遊漁者はこれらの規則を実によく守り、例えば魚の口以外のところに鉤が引っかかった場合、誰も見ていない所でもすぐ放流し、次の獲物を求めていくことがごくあたりまえのこととして行なわれているという。この

ようにルールを守って遊漁を楽しむ市民のサケ・マス資源保護に対する認識の高さこそが、サケ・マス資源の一部を一般市民の遊漁のために解放し、さらに積極的に遊漁資源を造成していく州政府の計画の原動力となっているのであろう。

おわりに

今回アラスカ州のサケ・マス増殖事情を見る機会を得て、これまでのこの州での増殖に対する一般的な認識がすでに過去のものになりつつあり、全く新たな目的に沿ったサケ・マス資源増大計画が大きく動き出していることを身をもって体験できた。この計画の中で特異的なことは、これまで導入に消極的だった人工ふ化放流方式をその前面に押し出していることで、その導入に至った理由として、ふ化放流対象魚種の中心が従来のギンザケ、マスノスケ、ベニザケから、シロザケ、カラフトマスに変わってきたことがあげられる。短期間の資源回復には、その増大のための技術的方法が確立しており、投資経費が安く、しかも経済的に価値のある魚種を選択することが必要条件であり、これらの見地からシロザケがその対象として選ばれたものと考えられる。即ち、技術的には日本での人工ふ化放流方式による成功例があり、経済的に見れば長期の飼育を必要とするギンザケ、マスノスケに比べて施設費、運営費が極めて安くすむという利点があり、経済的な面では、従来利用価値がほとんどなかったものの、最近では経済価値が高まっており、漁業資源として増大することによる投資効果の高さを期待したものと思われる。

シロザケの人工ふ化放流技術については、これまで北米において大規模な事業の経験がほとんどないことから、この魚種に適した技術的方法の開発が急がれ、シロザケ増殖の先進国である日本の技術に関する情報を収集した結果、1975年の大量回帰をもたらすに至った要因として、砂利を用いた仔魚管理、短期の飼育、そして沿岸帯の水温、餌料生物条件が最適となった時期の稚魚放流、の3つをあげ、それぞれに技術的検討を加え、増大計画のスタートに向けて大規模な調査研究が展開され始めた。これらは本格的に開始されてまだ日が浅く、その成果は試験の域を脱しないものも多いが、着実に事業に採り入れられているのを目のあたりにし、その結果について興味を持たれると共に、新たにシロザケ増殖を始めるにあたり数多くの研究スタッフと多額の研究予算が投入されている現状から、この州の恵まれた自然環境条件に

この研究成果が十分に活かされた場合、サケ・マス資源増大計画の進展によっては、我が国のサケ・マスの流通、消費面さらには増殖体制にも少なからず影響を与えることが予測された。

この報告を終えるにあたり、この旅行の実施に際し種々尽力頂いた須田研究管理官(現養殖研、所長)、稲垣副研究管理官はじめ農林水産技術会議、水産庁研究課の方々、振興課の浅井技官、アラスカ州政府アジア事務所の勝山所長、日鮭協の青木参事、アラスカ州滞在中お世話を頂いた在アンカレッジ日本国領事館の村上副領事、Kenneth Leon氏他 ADFG の多くの職員の方々、そしてこのような機会を与えてくれた北海道さけ・ますふ化場の西野場長はじめ職員一同に対し心から御礼申し上げる。

