





卵場は、日本海側の武蔵堆、利尻・礼文島周辺、天売・焼尻島周辺に存在します(宮口1983)。オホーツク海側では、能取岬、常呂、渚滑、および雄武の沿岸に小さな産卵場が点在することが報告されています(佐々木1983)。規模はあまり大きくはないようです。道南日本海では、積丹半島から桧山、渡島沿岸に渡り断続的に形成され、奥尻島にもまとまった産卵場の形成がみられます。太平洋側では、南茅部、鹿部沿岸および日高沿岸の三石から冬島にかけて小規模な産卵場が点在します。道東の知床半島沿岸にも、かつてはウトロから羅臼沿岸にかけて存在しましたが、現在ではみられなくなっているようです(宮口1983)。

### 3) 産卵期

北海道周辺に分布するホッケの産卵期は、およそ9月中旬から12月上旬におよびます(宮口1983)。産卵場別にみると、産卵盛期は、利尻・礼文沿岸では10月中旬～下旬、後志沿岸は11月上旬～下旬、桧山沿岸は11月下旬～12月上旬と、南ほ

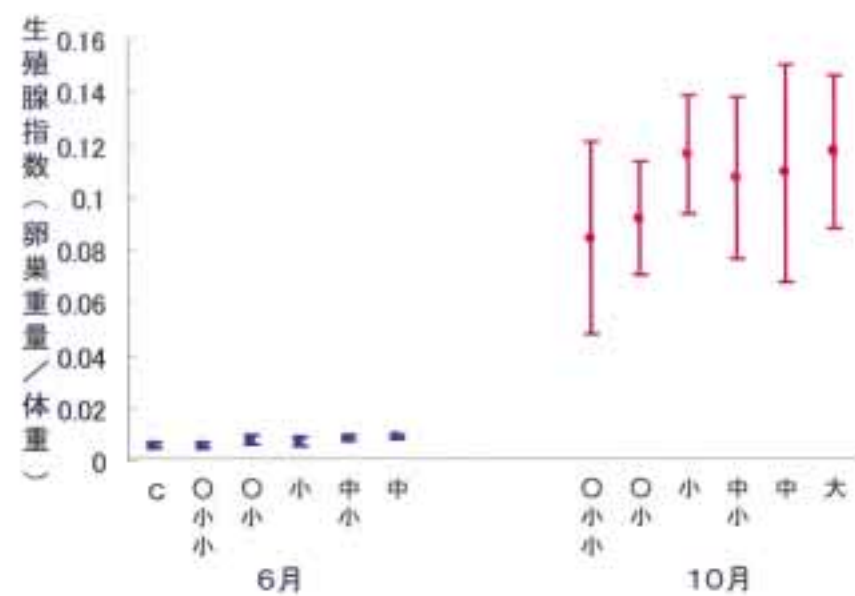


図3 雌の漁獲時期と生殖腺指数との関係  
横軸は銘柄と漁獲時期を、誤差線は標準偏差を示す。  
(1999年香深漁業協同組合底建網漁獲物)

ど遅くなる傾向があります(宮口1983)。盛期の水温は各地とも13前後であり(蒲原1957)沿岸水温が12~15になると、産卵群が来遊するといわれています(宮口1983)しかし、一方では産卵時の水温は、産卵期を決定する第一の条件ではないとする意見もあります(蒲原1957)。

利尻・礼文周辺の漁獲物を見ると、5~6月では、雌の卵巣重量はほぼ体重の1%未満(生殖腺指数が0.01未満)ですが、9~10月にな

ると成熟して10%(同0.1)に近くなります(図3)。この頃の卵巣には、完熟卵や卵を放出した後の空間がみられます(写真1)。

### 4) 産卵場形成の条件

ホッケの産卵場が形成される海域の地形的な条件は、

- ・200m等深線が比較的陸に接近した岩礁地帯であること。
  - ・その中でも産卵床がある場所は、水深が6~30mぐらいの岩礁地帯、あるいは岩盤を基底としたゴロタ石(拳大以上)地帯であること、とされています(蒲原1957)(図4)。
- 礼文島沿岸における潜水調査(金田1995)では、水深12mから50mで産卵場の形成が確認され、水深30m付近で卵保護をする雄の密度が最も高いことがわかりました。従って、30m前後がホッケの産卵場として最も適した水深と考えられます。

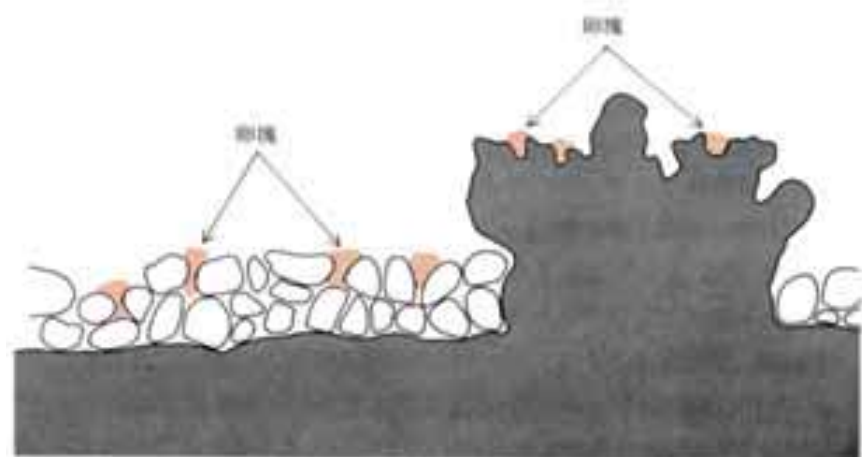


図4 ホッケ産卵床の模式図  
(北のさかなたち)



写真1 産卵期におけるホッケの卵巣  
左：放卵中卵巣、右：完熟卵巣  
矢印は、放卵によりできた空間を指す。  
(北水試 魚介類測定・海洋観測マニュアル)

### 5) 産卵行動

産卵期のホッケに関する知見を、専ら漁獲物から得られる情報に依存していた頃は、具体的なホッケの産卵生態は謎でした。鈴木・日置(1975)は、水槽飼育により、詳細なホッケの産卵行動を、はじめて連続的に観察しました。要点をいくつか引用すると、

雄が近くにいる他の雄と、咬み合いを含む激しい闘争を始め、やがて、なわばりを確保する。

成熟した雌がなわばりに近づく。

雄が自分のなわばりに近づいた雌に寄り添い、各鰭を広げ、体をくの字型に曲げ、全身をふるわせる求愛行動をとる。

雄の求愛行動が繰り返された後、雌は一瞬のうちに放卵する。卵は相互に粘着し合って直径約5cmの卵塊を形成する。

雌の産卵直後、雄が卵塊の上に

腹部を接触させながら通過し、放精する。

雄の放精後、雌は約10分間に渡って自ら産出した卵塊を胸鰭及び胸・腹部を用いて岩組の隙間に押し込み、その後まもなく卵塊から離れる。

傍らで待機していた雄が、卵保護行動を開始する。

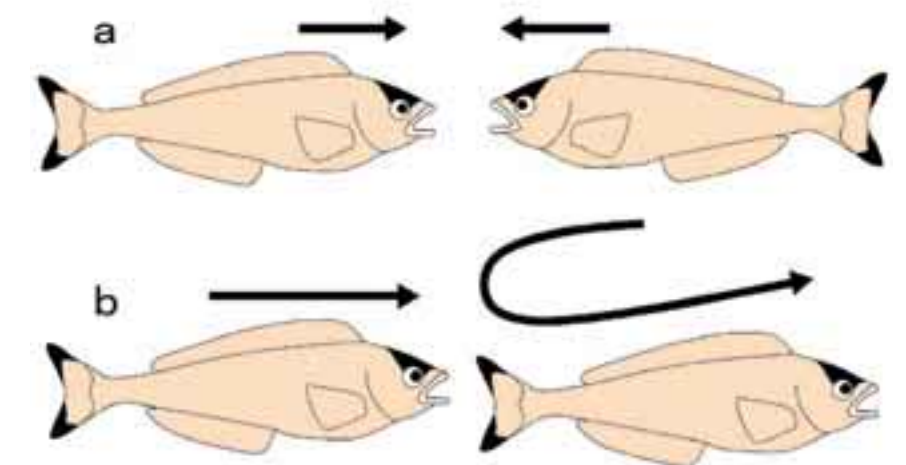


図5 威嚇・攻撃行動模式図  
a：にらみ合い b：攻撃・逃避

卵保護行動は、卵塊に近づく他魚を追い払い、害敵から卵を守る行動と、卵塊に口を当てがって卵塊に海水を灌流する(吹きかける)行動に大別される。

なわばりを確保した雄は、卵を保護するものも、しないものも、雌が繰り返し産卵する間とその前後において絶食する。

というように、ホッケの一連の産卵行動が説明されています。また、1尾の雄のなわばり内で、複数の雌が産卵したこと、1尾の雌が最大で9回産卵したこと、雌が岩組の隙間に卵塊を押し込むのが遅れ、雄の保護行動開始が遅れた場合には、容易に他魚に(特にホッケに)卵塊を食われてしまうことなどが、同時に観察されています。

一方、天然海域におけるホッケの産卵行動観察は、約20年後の1994年に礼文島周辺海域において、実施されました(金田1995)。その結果、なわばりを形成した雄が、侵入しようとする他の雄に対

して威嚇や攻撃の行動をとることや(図5)常になわばり内を回遊し、時に口を使って卵塊に海水を灌流させる卵保護行動(図6、写真2)などが、天然海域においても確認されました。同時に、海底から2~3m上を回遊しつたなわばりを形成しない雄の群の存在や、雄ホッケの密度が最も高かった水深30m付近でなわばりの広さが約1㎡であったことなども、新たに確認されました。

この調査の様子は、「ホッケの卵保護」というタイトルでビデオテープにまとめられ、各地の講演会などで普及資料として役立てられています。

### 6) 産卵期における形態的特徴

産卵期以外のホッケは、雌雄を体色や外形から識別することは困難ですが、雄は産卵期に成熟すると、体色が「コバルト色」に変化し、鮮黄色の唐草模様が見られるとされてきました(平野1947、蒲原1957、遊佐1957、鈴木・日置1975)。しかしながら、「コバルト色の雄のホッケ」は、なかなか確認する機会に恵まれてこなかったのが現状です。というのも、産卵期には成熟した雄がほとんど漁獲されないからです。

このことについて、一石を投じる結果が得られたのが、前述の礼文島における産卵行動観察でした。撮影されたビデオテープや写真を見ると、なわばりを守ったり卵保護行動をしていたほとんどの雄は、体表が白色に近く映っており、頭部と尾鰭の上下先端に、明

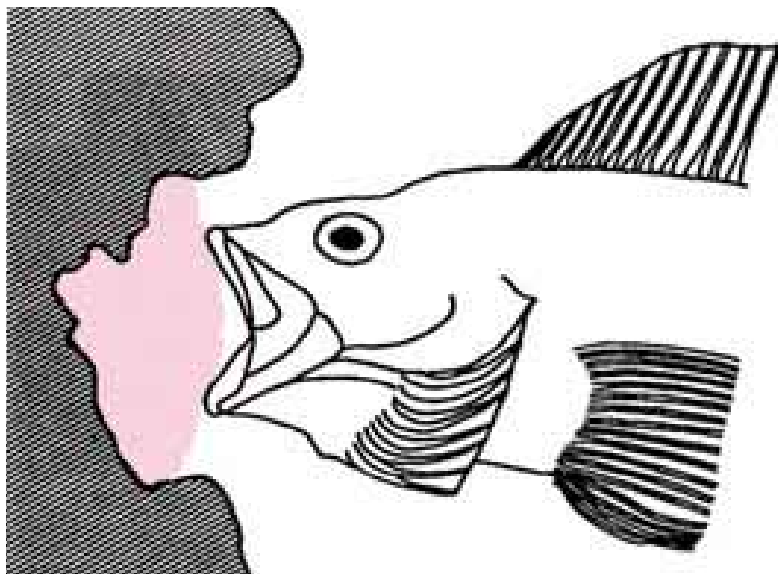


図6 灌流行動模式図(鈴木・日置1975) 口を使い、卵塊に海水を吹き付ける。



写真2 灌流行動をする雄 漁体の左前方に卵塊がある。

瞭な黒色斑(婚姻斑)が確認できます(写真3、図7)。水中での観察結果なので、体色そのものについては断言できませんが、産卵期の雌雄を区別する特徴は、雄に現れる婚姻斑の方が、明瞭かつ確実ではないかと考えられます。

一方、雌の方はどうかというと、体色に関しては、雄ほど明瞭な変化は現れません。しかし、産卵期の雌は卵巣が肥大することにより腹部が大きく膨らみ、また、生殖孔の周囲が擦りむけた様子が確認されます。

### 7) 産卵期に達する年齢

ホッケは、孵化後1年で体長21cm前後に達し、2、3、4、5、6年で雌の場合には各々28~30、32~34、34~37、36~39、41cm前後に、雄の場合には2、3、4年で各々27~29、31~32、33~34cmに成長すると報告されています(久新1959)。道北系ホッケは、産卵群の体長が最小で25cm前後であることから、満2歳になろうとするものから一部産卵群に加入すると考えられています(北口1983)。こ



写真3 婚姻斑を呈した雄



図7 婚姻斑の模式図

の「一部」の割合は、年によって差があるとも言われ、はっきりとした数値にはなっていません。満3歳を迎えるときには、大部分が成熟するとされています(北口1983)。後志や松山の沿岸においても、満2歳で一部、3歳でほぼ全数が産卵群に加入するとされています(宮口1983)。

一方、根室海峡や日高沿岸を含む太平洋海域では、産卵期にみられる雌の体長は、ほとんどが30cmより大きく、成熟年齢は日本海のものより1年遅い(満3歳になるものから産卵群に加入)と推定されていました(宮口1983、入江1983)が、成長の速度が日本海のホッケとは異なるという説もあります。

### 8) 産卵数と多回産卵

産卵期のホッケの卵巣には、様々な大きさの卵粒が存在します(写真

1)が、成熟卵に限ると、1尾の雌が一度に持つ卵数は、4,000~5,000粒と推定されています(平野1947)。一方、天然の産卵場に産みつけられた1卵塊あたりの卵数が、

平均約4,000粒であることから、1回の産卵で成熟卵を1箇所にまとめて産出すると考えられています(蒲原1957)。また、産卵開始前の卵巣には、卵径が異なる卵粒のグループが複数みられることなどから、1尾の雌は1産卵期間中に、3回に渡り、合わせて12,000粒前後の卵を産む(蒲原1953)と考えられていました。天然海域における調査(金田1995)でも、1尾の雄が守っていた卵塊の数が3個程度であったという結果が得られており、もし、産卵に参加するホッケの性が1:1であれば、「3回」は妥当な数です。

しかし、鈴木・日置(1975)は、水槽内において、1尾の雌が最大9回の産卵を行ったことを観察しています。天然環境においても、水槽観察と同等の回数の産卵が行われると仮定すると、1尾の雌が1産卵期間中に産む卵の数は、35,000粒を超えることも考えられますが、自然環

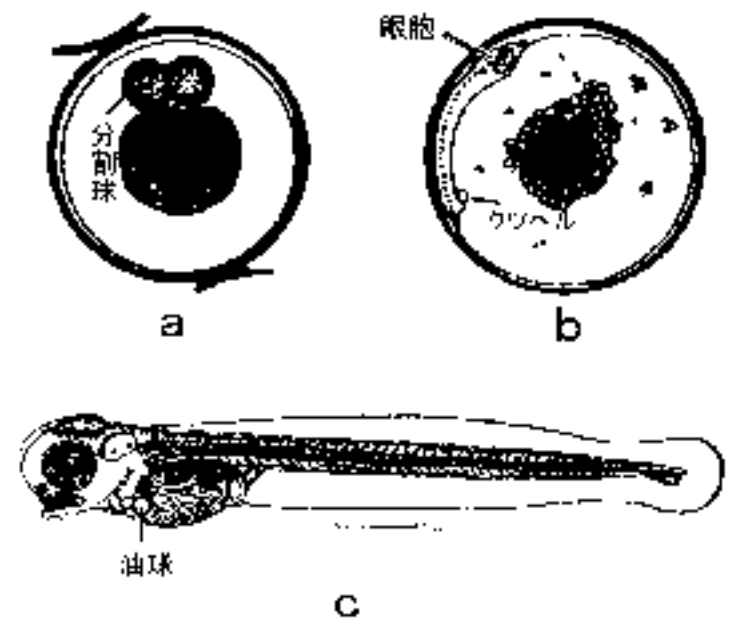


図8 ホッケの発生模式図(遊佐1957から抜粋) a: 2細胞期 b: 胚体がはっきりと現れる c: 孵化仔魚

境下の雌のホッケが、実際には何回産卵するのか、あるいは、産卵期間中に合計何粒の卵を産むのかについては、まだはっきりとした結論がありません。

## 9) 卵の発生

ホッケ卵の発生試験は、道立水産試験場において、過去2回実施されています。平野・近藤(1948)の野外実験では、4.5~10.0 の水温環境で、受精後15~20時間で2細胞期に達し、11日後に胚体が形成され、53日~59日で孵化仔魚が得られています。10.0 ±1.0 の恒温槽を用いた発生観察(遊佐1957)では、受精後約11時間で2細胞期、約10日半で胚体が他の部分と完全に区別できるようになり、受精後65日で仔魚の孵化が観察されています(図8)。これらのことから、ホッケの受精卵が孵化に要する日数は、水温10 前後の環境で、約50~60日と考えられています。また、遊佐(1957)は海水の交換が少ない環境ほど、奇形稚魚(仔魚)が多く出現することを確かめており、天然の環境においては、雄が口を使って卵塊に海水を拭きかける行動をとることと、深い関係があると思われる。

## 10) 産卵期の漁獲物

産卵期の釣りや延縄による漁獲物では、雄の割合が極端に減少することが知られています(平野1947、蒲原1957)。その原因として、雌はこの時期にでも盛んに摂餌するのに対し、雄はほとんど絶食し、産卵床を離れないためと推定されてきまし

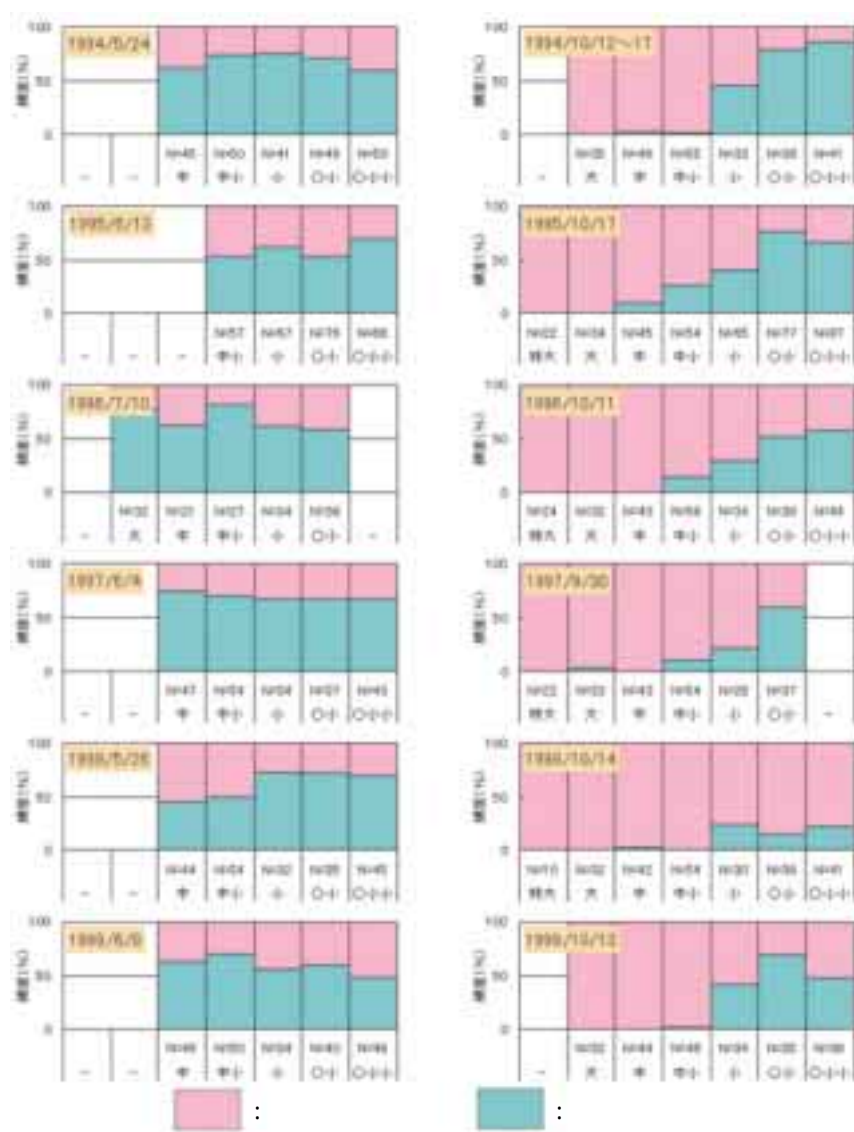


図9 香深地区底建網漁獲物標本の性比  
左: 索餌期 右: 産卵期

た(蒲原1957)。前述の鈴木・日置の水槽実験では、雌が産卵する期間と、雄が卵塊を保護する期間中は、雄は絶食することが確認されていますので、この推定は正しかったと言えます。釣りや延縄は餌を使う漁法ですが、産卵期には底建網や刺し網などの餌を使わない漁法においても、特に大きな銘柄で雌の割合が増加する現象が認められます(図9)。

## 11) おわりに

ホッケの産卵生態について、過

去の文献や資料を基に、足早に述べました。ここに述べてきたことは、道立水産試験場や国の研究機関、大学などによる長年にわたる研究の成果です。産卵生態には、海域による成熟体長の違いや、実際に1尾の雌が産む卵数など、結論に至っていない問題も残されていますが、これらも研究の積み重ねにより、次第に明らかになっていくことでしょう。

引用した文献については、紙面の都合により、著者名と発表年のみの記述に留めさせていただきました。

# 第5回 ウニ種苗生産技術検討会

2月15日に全道のウニ種苗生産施設技術者の情報交換を目的とした『ウニ種苗生産技術検討会』が第二水産ビル会議室で開催されました。5回目になる今回は、21か所のウニ種苗生産施設からの担当者28名を含む34名の出席がありました。

まず、「各施設の生産結果と問題点について」は各施設から本年度の生産状況について報告があり、各施設共に生産計画を達成しているが、今年度は採卵時期の高水温によって採卵用親ウニの確保、幼生飼育、稚ウニの飼育などに苦労したことが報告されました。この中で特に根室市センターでは2週間に亘って親ウニの育成管理を行ったところ、良質でしかも大量の受精卵が得られ、幼生の生残率、沈着率も良好であった事例が紹介されました。

次に、「生産技術の課題と対策について」は各施設からの検討希望課題について、事例の紹介意見交換を行いました。

・親ウニの飼育と共に、高水温は



アワビモにも影響し枯死して培養困難になった事例があり、遮光や流量の強化など培養管理の重要性が指摘されました。

・幼生の沈着にはアワビモが使われていますが、羅臼、えりものセンターでは地先で優占種となる付着珪藻を培養し、沈着、稚仔ウニの飼育管理を行っているという報告もありました。また、これに関連して泊村センターからは、アワビモの変態沈着効果はその中に含まれているグリセロ糖脂質によるものであることが解明され、この物質は海藻、珪藻類に広く含まれていることから、ウニの変態着生にはアワビモが必須ではなく海域

で使いやすい海藻や珪藻を含めて利用を考えるのが良いとの説明がありました。

・公社の鹿部センターからは、幼生飼育手法の改良として、幼生を止水飼育した試験結果が報告されました。止水管理でも生残率、沈着率に影響はなく、餌料や飼育海水の効率化が図られてコストの削減につながるため、今後実用化試験に取り組むとの報告がありました。

このほか、稚ウニの餌となる珪藻やアワビモのための栄養塩の添加方法の検討、稚ウニを波板から麻酔剥離選別せずに放流している事例が紹介されました。

種苗生産の生命線である「各施設の機器、設備のメンテナンスについて」は、メンテナンスの現状について情報交換をしました。

最後に次回の検討会を1月下旬から2月に札幌市で開くことに決めて終わりました。

今回は、内容が盛りだくさんで予定時間を超過しての検討会となりました。



### 二風谷ダムにおけるサクラマスの 遡上・降下実態について（第2報）

昨年4月の「育てる漁業NO.311号」掲載の「アQUALTUR ROAD」では、平成10年度に完成した二風谷ダムの魚道の特徴とその魚類の遡上・降下状況実態調査の概略について紹介しました。この調査は、北海道開発局室蘭開発建設部の依頼により、本公社がダムの湛水と魚道の運用が開始された平成8年度から継続して実施してきました。平成11年度までの4年間の調査により、主たる目的であるサクラマスの遡上・降下実態をはじめ、さまざまな事実が明らかになってきました。そこで今回は、より具体的な調査結果について述べたいと思います。

#### 二風谷ダムとサクラマス

まず、二風谷ダム魚道とサクラマスの関係について説明します。サクラマスは、日高沿岸ではシシャモとならび重要な水産資源となっています。しかしその資源量は、河川生活期がサケに比べ長期間にわたることから、海域よりもむしろ河川環境の変化による影響を受けやすいといえます。沙流川では、ダム建設以前から、サクラマスの再生産河川となっており、その産卵場所は既往調査により二風谷ダム地点より上流の支流である額平川、貫気別川あるいはニセウ川に多いことが知られています。したがって二風谷ダム完成後は、沙流川のサクラマスは降下時と遡上時に二風谷ダムを通過しなければな

らないことから、移動通路の良否が資源維持を大きく左右することになります。そこで、二風谷ダムにおけるサクラマスの遡上・降下状況について調査し、その実態把握を行いました。

#### 調査方法

遡上するサクラマスの調査は、その遡上経路が魚道に限定されるため、魚道のみで実施します。調査はサクラマスの春季遡上の時期にあたる5～6月と秋季遡上の時期にあたる9月に1週間に1度の割合で、魚道内にトラップ（魚類捕獲用のおり）を設置して遡上するサクラマスを捕獲します。

一方、ダムを降下するスマルトについては、その降下経路が魚道、発電用水路および主放流ゲートとさまざまであるため、それぞれの地点に降下時期にあたる5～6月に1週間に1度、トラップを設置して捕獲を行います。しかし、トラップによる降下魚の採捕は、魚道内では降下するスマルト全ての捕獲が可能であるのに対し、発電用水路では通常、魚道の100倍前後もの流量であるため降下魚の一部しか採捕されません。そのため、降下が少ない場合は、トラップによる採捕数が減少し、降下の可否の判断や降下経路の把握が困難になることも予想されました。そこで、平成9年度以降の調査では毎年、調査開始前の5月下旬に二風

谷ダム流入部から標識（黄色リボンにSKと表記）を施したスマルトを1万尾放流し、その採捕状況から降下実態の把握を行いました。当初はこのような目的で実施した標識放流が、後にさまざまな結果となって現れました。

#### 4年間の調査結果

4年間の調査の結果、遡上トラップにより採捕されたサクラマスは平成8年4尾、9年5尾、10年13尾であり、平成10年までは年々増加しました。しかし、平成11年の採捕数は4尾にとどまり、前年の13尾に比べ大きく減少しました。この平成11年度の遡上群は、3年前の平成8年に生まれた個体群であり、平成8年に魚道を遡上した群の子孫にあたります。すなわち、遡上数の変化をとらえる場合、対象とする年級群の3年前の年級群と比較を行うことが重要です。この比較によると、平成11年の採捕数は、その3年前の平成8年の採捕数4尾と同数で増減は見られません。このことから、サクラマスの資源量はおおむね維持され



トラップに入網したサクラマス

ているものと考えられました。

一方、降下トラップにより採捕されたスマルトは、標識放流を始めた平成9年以降の3ヶ年の調査で標識魚44尾、天然魚22尾であり、天然魚の採捕数は標識魚の採捕数の約半数でした。しかし、標識魚が44尾採捕されたことにより、降下経路や降下時期などが明らかになりつつあります。天然魚を含めた採捕魚全66尾のうち、魚道での採捕数は12尾と全体の18%に過ぎません。一方、流量の多い発電用水路では67%にあたる44尾が採捕されました。前述した魚道と発電用水路におけるトラップの採捕効率の違いを考慮すると、相当数のスマルトが発電用水路を降下していたと考えられます。しかしながら、発電用水路には発電タービンがあり、降下するスマルトにとっては、決して安全な降下経路とはいえません。

現状では、遡上トラップで採捕されるサクラマスに減少傾向は見られていないことから判断すると、降下は順調に行われていると考えられます。

しかし、二風谷ダムは湛水を開始して4年しか経過しておらず、長期的にみると、その影響が徐々に現れる可能性も否定できません。そのため、今後についても北海道開発局と協力して、より長期的な調査を行っていきたく考えています。

#### 標識スマルトの行方は？

標識スマルトをこれまでに3万尾放流し、その降下実態の解明に役立

てきたことは、前述したとおりですが、実際にトラップで採捕された数は44尾と、わずか0.1%にすぎません。では残りの標識魚はどうなったのでしょうか。順調に海域を回遊して1年後、魚道の遡上トラップで標識のついたサクラマスが採捕されることが、我々の希望でした。しかし、標識の痕跡が認められるサクラマスは確認されたものの、完全に標識のついたサクラマスの確認には至っていません。ところが海域では、孵化場や試験場、指導所および漁業に従事する方々の御協力により、多数の再捕報告を頂いております。この報告の多さには、調査を行っている我々も驚いています。平成12年3月までに頂いた報告は合計60件に達し、再捕された場所は図に示すように北海道各地にとどまらず、青森県や岩手県などからの報告もあります。そして、この再捕地点には、毎年類似した傾向が見られます。まず、放流されたスマルトは約1～2ヶ月でえりも沖に達しており、中には釧路沖にまで達している個体もあります。8月の報告は1件もないため、釧路沖からどのような回遊を行っているかは不明ですが、9月に厚岸周辺でも確認されています。1～

3月は苫小牧から室蘭にかけての胆振沿岸と青森県下北半島沿岸で多く確認されています。これらのサクラマスは、その後どのような回遊を行い、どの河川に遡上しているかなど不明な部分は多いですが、短期間に大きな回遊が行われているようです。また海域での再捕報告は、スマルトが二風谷ダムを順調に降下していることを裏付ける資料となる一方で、サクラマスの海域での回遊経路を解明する手がかりにもなるなど、貴重なデータとなります。そのため、もし下図のようなサクラマスを発見した場合は、当公社または関係機関までご一報よろしくお願いたします。

（調査設計第1部 沼田 慎司）



標識部位とリボンタグ（上：原寸）



二風谷ダム放流スマルトの再捕状況（平成12年3月現在、3カ年放流分）