

## 越冬前の秋季に放流されたサクラマス *Oncorhynchus masou* 標識魚のスマルト降海と親魚としての回帰\*<sup>1</sup>

真山 紘\*<sup>2</sup>・野村 哲一\*<sup>2</sup>・大熊 一正\*<sup>2</sup>

### Seaward Migration and Adult Return of the Marked Masu Salmon, *Oncorhynchus masou*, Released in Late Fall before Wintering

Hiroshi MAYAMA\*<sup>2</sup>, Tetsuichi NOMURA\*<sup>2</sup>, and Kazumasa OHKUMA\*<sup>2</sup>

#### Abstract

In order to develop efficient techniques for mass-producing masu salmon smolts under limited productivity in a natural stream environment, experimental releases of masu salmon fingerlings were performed in late autumn before their wintering. The hatchery-produced 53,700 and 135,000 fish, averaging 9.11cm and 9.71cm in fork length, marked by means of fin-clipping, were released into rivers of the Japan Sea coast in Hokkaido during late October and early November in 1982 and 1985, respectively. The fish released into the main stream dispersed widely downstream or upward immediately after the planting, and some of them migrated up tributaries. During the period of late November and late March under water temperature conditions below 5°C, the fish preferred slower currents and congregated in dark places sheltered by overhanged banks or plants on the shore of the stream. No growth was found among the wintering fish, and remarkable rapid growth occurred in the subsequent spring season. Most of them growing above 11cm long moved seaward as smolts.

Some of them returned the next year after spending one winter in the ocean. A total of 95 and 1,314 marked fish, in 1984 and 1987, respectively, were recovered near the coast around the natural rivers and at the trapping weir of rivers in the fall as spawners. The sizes of spawners originating from the "fall-releasing" fish and wild fish were similar in both experiments, while the adults, returning in 1984 from smolt-releasing, were significantly smaller in size than wild fish. From the results of comparison of the adult body sizes, it was determined that the fish released in autumn were able to accommodate themselves to the new environment after the release. It was considered that the time during the periods of 5 and 10°C water temperature, before the swimming capability of the fish began declining, was the most efficient for the fall-releasing. It was necessary at the time for the fish to grow to 9cm in fork length before wintering, to produce a high smoltification rate the

---

北海道さけ・ますふ化場研究業績第309号

\*<sup>1</sup>本研究は農林水産省「沿岸漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究(マリーナランディング計画)」の一部である(MRP 62-IV-5)

\*<sup>2</sup>水産庁北海道さけ・ますふ化場 (Hokkaido Salmon Hatchery, Fisheries Agency of Japan, 2-2 Nakanoshima, Toyohira, Sapporo 062 JAPAN)

next spring. It is expected that the fall-release will be one of the most efficient techniques for propagating masu salmon resources because many streams, which have good living conditions for wintering, will be utilized, and on the other hand, are inadequate for fry release in the spring or summer. In these marking experiments, returning adults migrated up their natal rivers and did not lose their way to either of two rivers separated by a distance of 20km at their mouths near the shore.

## はじめに

1+スモルトとして河川放流されたサクラマスは、1年間の海洋生活を経て高い回帰効率を示すことが確かめられた(真山他1985)。欧米では、長期間の淡水生活の後に降海するサケマス類を、原則としてスモルト放流することにより資源培養を図っている。放流直後に降海する種苗を河川放流することにより、淡水生活期の死亡要因を完全に排除できるスモルト放流では、高い回帰効果を期待できるものの、1年を越す長期飼育は、これまで我が国のサケマスふ化放流事業で行なわれてきたサケ稚魚主体の1-2ヶ月間の飼育に比べるとはるかに長く、そのための飼育施設の整備や管理に要する経費も比較にならないほど多い。またサケのふ化放流施設を用いてサクラマスのスモルト生産を行なわざるをえない現状では、用水を含めた施設を共用するため両魚種間の競合も避けられない。これら競合をできるだけ少なくするためには、両魚種を合わせた飼育量(魚体重)が最大となる降海前の春期の飼育を重複させないことも有効な方法の一つである。このためサケ稚魚の飼育を始める前にサクラマス幼魚の放流を終えるとして、現在の河川をとりまく自然、社会環境のもとで、放流効果の高い季節を選定してみると、春から夏の間の成長期には低い生産力の河川では収容量が限定されてしまうし、この間の釣獲を含む多くの人為的障害の影響を受けることから放流効果は低い。これらを排除できて高い生残を得ることのできる季節となると、秋季に限られてしまう。放流後の河川の生産力の利用の面からは、水温低下のため摂餌量の減る越冬期直前の放流が秋季の中で最も効果的であると考えられる。ギンザケでは、0+稚魚での放流時期を、春から秋へ遅らせることによって回帰率が向上したものの、冬を越して春に放流したことによりさらに回帰率が上昇したことから、現在ではスモルト放流が主体となっている(Johnson 1982)。大西洋サケでも春の稚魚放流から夏の大型パーでの放流に変えても効果が上がらなかったことから、スウェーデンでは1950年代後半から完全にスモルト放流に変えられた(Larsson 1980)。このように、欧米では大型の未分化パーでの河川放流に対してむしろ否定的である。しかし、日本のサケマス増殖体制のもとで、秋季の放流技術が確立できれば、サクラマスの資源培養にとって極めて有効な手段となり得る。このため秋季放流の可能性を確かめることを目的として、標識サクラマスを越冬期直前に河川放流し、放流魚の降海までの生活実態と、親魚としての回帰について調査した。ここに得られた結果を報告し、事業化の問題点についても検討した。

この放流試験は、農林水産技術会議による「沿岸漁業資源の家魚化システムに関する総合研究(マリーナランディング計画)」の一環として行なわれた。本文に先立ち、本試験の企画及び遂行に際し終始有益な助言を頂いた前水産庁北海道さけ・ますふ化場場長小林哲夫博士、現地での河川調査と採卵親魚の調査に協力頂いた尻別事業場本間広巳場長と松村幸三郎前場長、サクラマス幼魚の飼育、標識作業、輸送放流に尽力された千歳支場と敷生事業場の職員各位、標識魚の再捕に協力頂いた寿都町漁業協同組合の輪島隆司氏に対し心から感謝申し上げる。

## 材料及び方法

### 放流までの経過

**1981年級魚(1982年秋放流魚)** 尻別川支流日名川下流部の名駒捕獲採卵場(尻別川河口から約14km, 尻別川本流との合流点から500m上流, 図1)において、1981年8月下旬から10月中旬までの間に採捕された雌

秋季に放流された標識サクラマスの降海と回帰

494尾、雄166尾、計660尾のうち、採卵に供された452尾の雌親魚から採卵された1,444,000粒からの発生魚の一部を試験魚として長期飼育した。卵期及び仔魚期の養育と、浮上稚魚の初期飼育は目名川沿川の北海道さけ・ますふ化場尻別事業場で行なった。1982年の5月下旬に、平均体重0.42 gの稚魚を敷生事業場に移送した。9月に約15万尾の飼育魚を、秋季放流群と翌春のスマルト期まで続けて飼育する群とに分け、それぞれの放流効果を比較するため、前者は右腹ビレ、後者は左腹ビレと、異なるビレを切除して標識した。

右腹ビレ標識魚53,700尾は、1982年11月4日と5日に目名川へ輸送放流された。放流魚が越冬場所に広く分散できるように本流の3点(図1)にはほぼ同数ずつ放流した(表1)。放流魚の平均体長(以後文中では尾叉長で記した。)は9.11cm、平均体重9.36 gで、雌が59.7%を占めた。雄魚のうち0+魚で成熟したのは1.9%で、全体のわずか0.7%にとどまった。

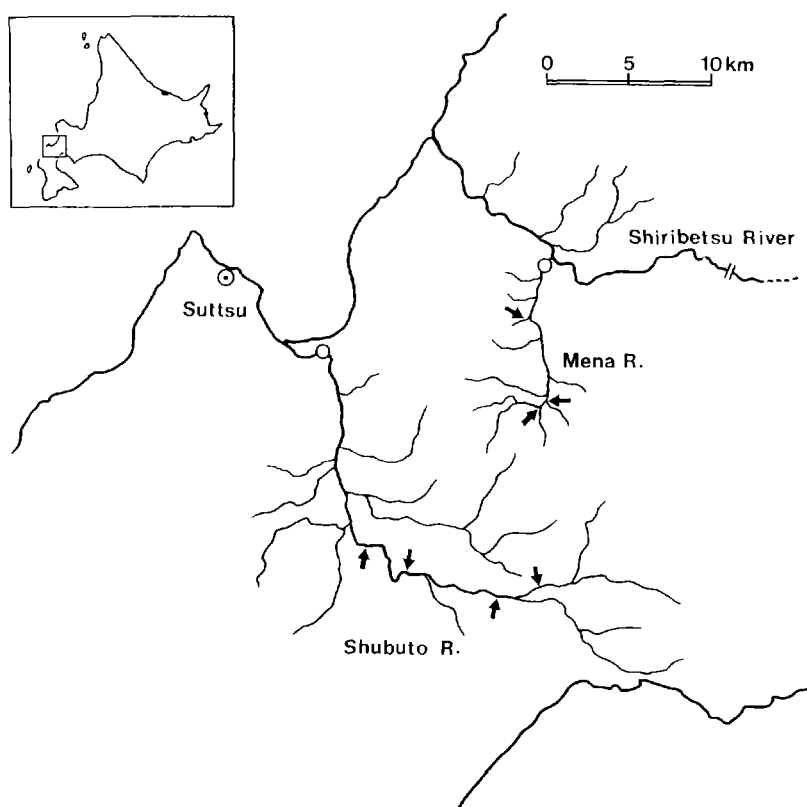


図1 実験放流の行なわれた尻別川支流目名川と朱太川の概略図。矢印は放流点を、白丸は回帰親魚の採捕地点を示す

Fig. 1. Map showing releasing places of the Mena River, a tributary of the Shiribetsu River, and the Shubuto River. Arrows: Releasing points, Open circles: Adult trapping places.

左腹ビレ標識魚は11月に千歳事業場へ移し替えて飼育を続行し、56,400尾が翌春の1983年5月10日と11日に目名川に輸送放流された。放流魚は形態的特徴から大まかにスマルトと判定されたものだけであったが、放流時にサンプリングしたものの中に3.7%の河川残留魚が混入していたことから、推定降海尾数は54,400尾と算出された。放流魚の平均体長は14.23cm、平均体重は26.32 gで、雌が69.4%を占めた。

**1984年級魚(1985年秋放流魚)** 1984年9月1日から10月31日までの間に、1981年級魚と同じ目名川の名駒捕獲採卵場で採捕された雌444尾、雄243尾、計687尾のうち採卵に供された414尾の雌親魚から得られた

表1 標識サクラマス幼魚の放流概況

Table 1. Summary of experimental releases of marked masu salmon.

Brood Year	River Planted	Date of Release	No. of Fish Released	Fork Length Mean $\pm$ SD(cm)	Body Weight Mean $\pm$ SD(g)	Marked Fin	Group
1981	Mena R.	Nov. 4-5, 1982	53,700	9.11 $\pm$ 0.97	9.36 $\pm$ 2.85	Right Ventral	Fall Release
		May10-11,1983	56,400	14.23 $\pm$ 1.00	26.32 $\pm$ 5.75	Left Ventral	Smolt Release
1984	Shubuto R.	Oct. 30-Nov. 2,1985	135,000	9.74 $\pm$ 0.91	10.70 $\pm$ 3.00	Adipose	Fall Release

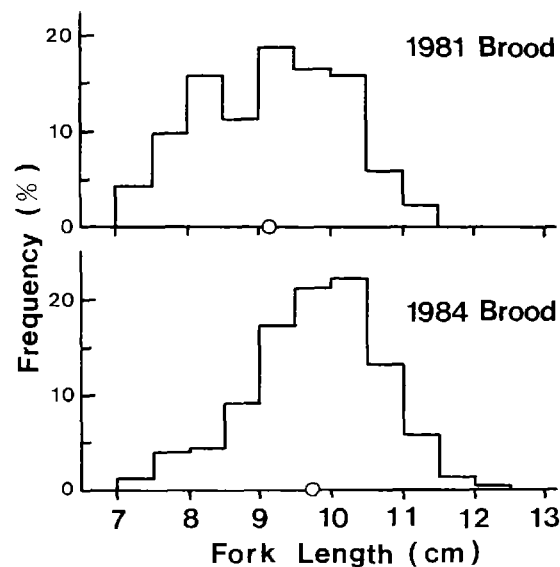


図2 秋季放流された標識サクラマス幼魚の放流時の体長頻度分布。白丸は平均値を示す

Fig. 2. Fork length distributions of marked masu salmon at the times of their releases in fall. Open circles indicate the mean values.

1,294,000粒からの発生魚の一部である。1985年6月下旬に平均体重2.5gの稚魚を尻別事業場から北海道南部の知内事業場に移送して飼育を続けた。これらの脂ビレを切除して標識し、1985年10月30日から11月2日の間に朱太川に輸送放流された。放流場所は本流の4点(図1)で、ほぼ同数ずつ、計135,000尾放流された。放流魚の平均体長は9.71cm, 平均体重10.08gで、雌が57.5%を占めた。雄魚のうち0+魚で成熟したのは22.4%, 全放流魚の9.5%と、1981年級魚に比べ高い値を示した。

#### 標識魚再捕調査

放流直後と翌春のスマルト降海期には投網で、そして水温低下時にはたも網により放流魚を採集した。これら河川の流域は冬期間には積雪2mを越す多雪地帯で、河川が結氷する厳冬期には採集が困難となり、十分なサンプルが得られないこともあった。なお尻別川支流目名川は周年サクラマス幼魚の採捕が禁止されており、この措置がよく守られているが、朱太川は降海期の4月と5月が禁漁になっているに過ぎず、放流時から翌春3月末までは釣獲の規制が全くないため、放流魚は少なからず釣漁の対象となったことが知られた。

沿岸への回帰標識魚の再捕調査は、3月から6月の間に尻別川河口周辺から朱太川の注ぐ寿都湾一帯の寿都沿岸で水揚げされるサクラマスに対象を絞り、この沿岸域への回帰実態の把握に努めた。1984年の再捕調

## 秋季に放流された標識サクラマスの降海と回帰

査は寿都町漁協での水揚げ魚を主な対象としたが、1987年には同じ市場に集荷される島牧村の二つの漁協のサクラマスについてもできるだけ調べるようにした。みつげられた標識魚は、体長と体重を測定し、鱗を採取した。

河川への回帰魚の再捕調査は、採卵用親魚を採捕するために8月中旬以降に設置される魚止め装置（ウライ）で捕えられた産卵上親魚を対象とした。標識魚の確認と魚体測定は、採捕から1週間前後蓄養した後の採卵時（完熟時）に行なった。標識魚はすべて魚体測定（体長、体重）し、性別を記し、採鱗した。また無標識魚についてもできるだけ数多く測定し、成長などの比較をした。

## 結 果

### 放流から降海までの河川生活

**1981年級魚** 放流直後の分散移動状況を確認するため、放流から1週間後の11月11、12日に目名川の本流5点と支流7点（図3）で採集を試みたところ、本流の最上流点（st. 1）を除く各調査点で放流標識魚が再捕された。支流での採集は本流との合流点に近いところで行なわれたが、ここで採捕された標識魚（st. 4, 6, 8, 11, 12）はいったん本流を下ってから支流にそ上していたものであり、放流点から直接上流へそ上したもの（st. 2, 3）も含め、比較的短期間に広範囲に分散したことが知られた。この時の採集魚の体長分布（図4）からは、放流点（st. 9）で多い8cm台の小型魚の比率が、移動先の分布魚で低くなっているものの、st. 2, 3, 4のようにそ上したものの中に小型魚が多いこともあり、採集地点による顕著な違いは認められなかった。体長7-8cm台の小型魚でも活発にそ上移動していることから、この程度の魚体の大きさの範囲では、放流後の分散移動に支障のないことを示している。

11月上旬の放流時に8.5-9.7℃だった河川水温は除々に低下し、12月の採集時には2.9-4.5℃まで低下した。この時から翌春3月までの越冬期までの間には流れのあるところでは全く採集されなくなり、採集漁具を投網からたも網に替えて、積雪の下の川岸の窪みの中や、ササやヤナギの枝が雪の重みで川の中に倒れ込んだ所に潜む魚を採集した。採集魚の魚体長分布からは、この間の越冬期には全く成長が認められなかった（図5）。4月から5月のスモルト化時期には、融雪増水により、特に下流域での採集が困難となったため、大量の標識スモルトを得ることができなかった。増水の収まった5月下旬から6月初めにかけて得られた右腹ビレ標識魚の中には体長9-10cm前後の河川残留型と、12cm前後のスモルト化幼魚が混在していた。日名川の天然スモルトの降海は例年5月中旬にピークを持つこと（真山他 1986, 1987）から、この時にはすでに降海終期で、スモルト化した秋季放流魚の主群は降海した後であったため、残留魚の混入度合いが高く示されたものと考えられた。

**1984年級魚** 4個所の放流点のうち最下流点付近で継続的に採集調査を行なった。放流時には6.9-10.2℃だった河川水温は、この2週間後の11月中旬には5.6℃で、主に淵で遊泳中のところを投網で採捕できたが、11月下旬の調査時には水温が1.1℃まで低下しており、放流魚は川岸の窪みや草の根元などに分布場所を変えて越冬状態に入っていた。12月から翌春3月までは川岸は結氷し、この厚さが増すにつれて採集がむずかしくなり、氷を割っての採集による採捕魚は小型のもの割合が多くなった（図6）。その後は翌春まで成長が停滞した。3月下旬の採集時の水温は2.4℃で、このあと水温の高まりと共に急激に成長し、5月上・下旬には体長11cm以上のもの中にスモルト化するものが多く出現し、5月中旬頃から沿岸でも標識魚が採捕されはじめた。この地点で採捕された標識魚の中には上流での放流魚が降下時に捕らえられたものも含まれると考えられるが、5月下旬には標識魚の分布量が急激に減少し、スモルトの混入度合いも低くなり、ほぼ降海移動が終了したものと判断された。

### 沿岸域への回帰

**1981年級魚** 1984年3月上旬から6月中旬までの間に、寿都沿岸で右腹ビレ標識魚50尾、左腹ビレ標識魚145尾が再捕された。この海域に隣接した島牧沿岸で再捕された各3尾と8尾を加えると、この年に母川周

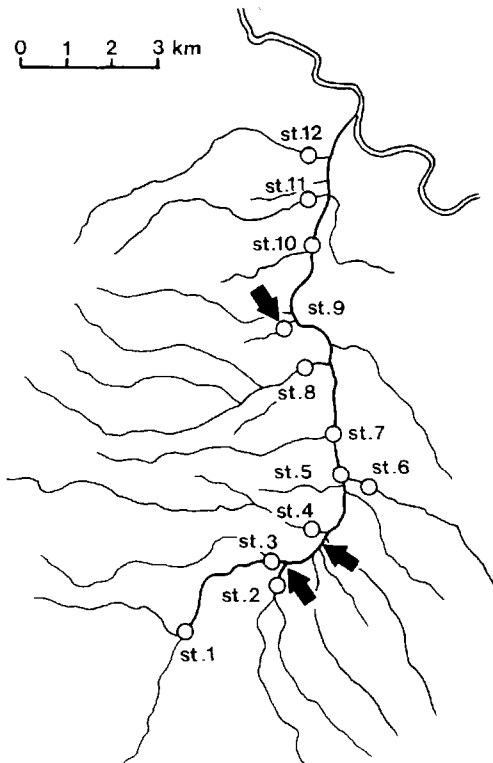


図3 目名川における秋季放流魚の分布調査定点。矢印は放流点を示す

Fig. 3. Map showing sampling stations of 1981-brood masu salmon released in the Mena River. Arrows indicate the releasing points.

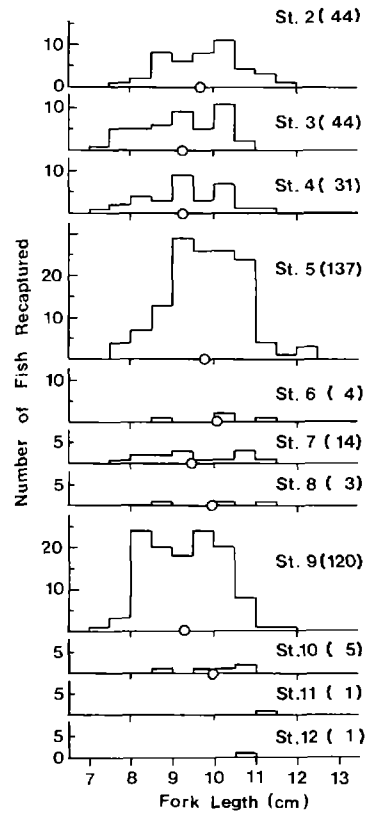


図4 秋季放流から1週間後に目名川において再捕された標識サクラマス幼魚の体長頻度分布。白丸は平均値を、( )内の数字は各定点の再捕尾数を示す

Fig. 4. Fork length distributions of marked masu salmon recaptured a week after the release in the Mena River. Circles indicate the mean values. Numerals in parentheses are numbers of marked fish caught at each station.

辺の沿岸で再捕された尻別川産とみられる標識魚は、それぞれ53尾と153尾で、秋季放流魚（右腹ビレ標識魚）はスモルト放流魚（左腹ビレ標識魚）の約3分の1の尾数にとどまった。なお回帰時までの追跡を目的として標識放流したとして報告されているものの中に、この時期にこの周辺の水域に接岸が予測された腹ビレ標識魚は他の河川産のものはなかった。

再捕された標識魚の魚体の大きさは、両標識魚の間では秋季放流魚がわずかながらまぎっていたもののその差は小さかった（表2）。沿岸再捕魚の魚体は接岸時期の経過と共に大型化することが知られている（真山他 1985, 1986）ことから、すべての期間を合わせて比較することは適切でないが、各時期に分けるには特に右腹ビレ標識魚のサンプル数が少なすぎた。

**1984年級魚** 1987年4月上旬から7月上旬までの間に、寿都・高牧沿岸周辺で再捕された脂ビレ標識サクラマスは1,189尾であったが、これらのうち体長30cm前後（体重200-380g）の6尾の小型魚は、鱗相と魚体の形態からこの年の放流魚と判断され、これらを除く1,183尾について検討を加えた。このうち992尾（83.9%）

秋季に放流された標識サクラマス幼魚の降海と回帰

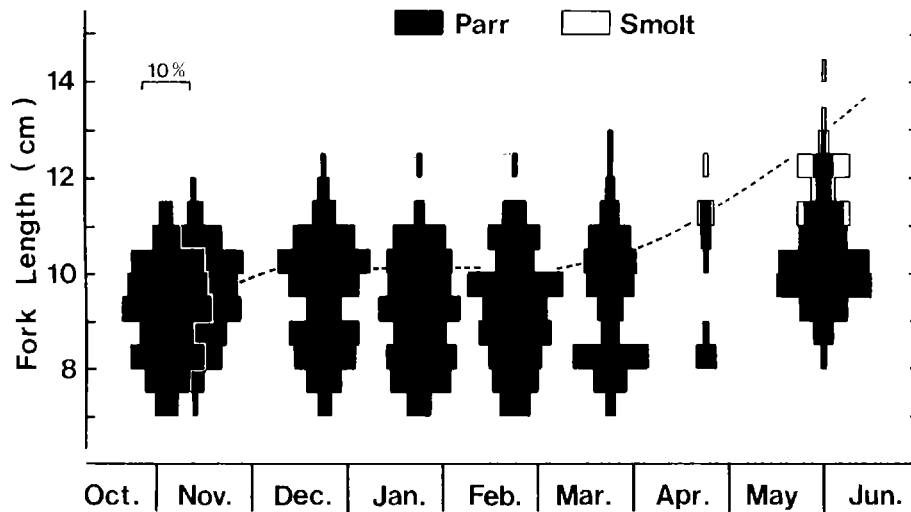


図5 1982年秋に目名川に放流された標識サクラマス幼魚の降海期までの体長頻度分布の季節変化。頻度分布はサンプル数が100尾以上の時は%で、それ以下の時は個体数で示した

Fig. 5. Seasonal changes in fork length distribution of marked masu salmon released into the Mena River in the late fall of 1982. Histograms show as a percentage distributions of samples when more than 100 fish were caught, and as individual numbers when under 100 fish were caught during each period.

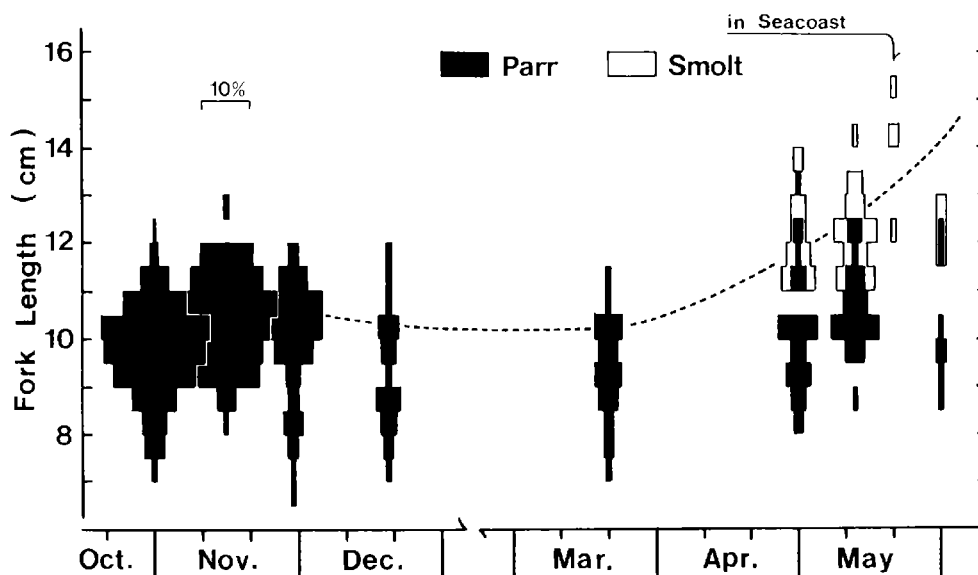


図6 1985年秋に朱太川に放流された標識サクラマス幼魚の降海期までの体長頻度分布の季節変化。頻度分布はサンプル数が100尾以上の時は%で、それ以下の時は個体数で示した

Fig. 6. Seasonal changes in fork length distribution of marked masu salmon released into the Shubuto River in late fall, 1985. Explanation of figure is the same as Fig. 5.

表2 沿岸回帰した標識サクラマス の体長、体重及び肥満度

Table 2. Fork length, body weight and condition factors of marked masu salmon recovered at the coast of waters adjacent to their natal rivers.

Brood Year	Marked Fin	Number of Fish	Fork Length Mean±SD (cm)	Body Weight Mean±SD (g)	Condition Factor* Mean±SD	Group
1981	Right Ventral	53	50.30±5.95	1,988±753	14.82±1.54	Fall Release
	Left Ventral	153	49.66±5.78	1,918±776	14.84±1.75	Smolt Release
1984	Adipose	1,183	52.09±5.60	2,326±800	15.75±1.58	Fall Release

\* Condition factor = [Body Weight/(Fork Length)<sup>3</sup>] × 1000

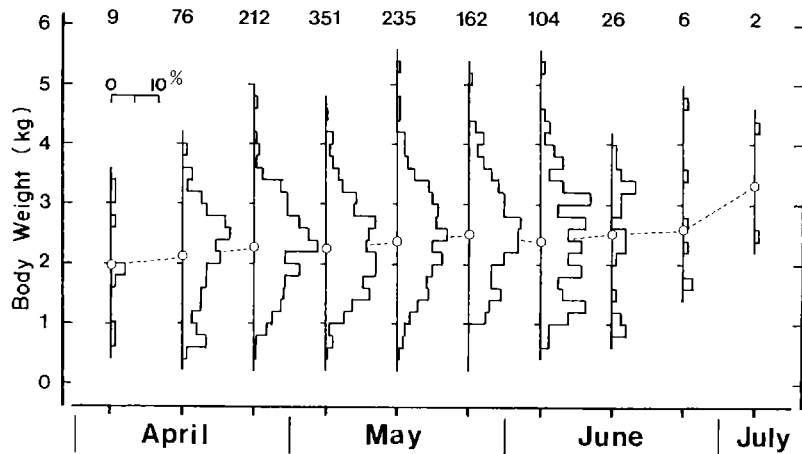


図7 1987年に寿都沿岸に回帰した秋季放流サクラマス標識魚の再捕旬別体重頻度分布。ヒストグラムはサンプル数が100尾を越えた時は%で、それ以下の時は個体数で示した

Fig. 7. Seasonal changes in body weight distribution of marked masu salmon recovered at Suttsu coast in 1987. Open circles indicate the mean values. Numbers of fish recovered are given on each histogram. Histograms show as a percentage distributions of samples when more than 100 fish were caught, and as individual numbers when under 100 fish were caught during each period.

が寿都沿岸で再捕された。大半が大小の定置網による再捕であったが、一本釣と刺網でも計6尾再捕された。西側に隣接した島牧沿岸については、標識魚の再捕発見努力が寿都に比べ低かったものの、広範囲の漁場で計185尾再捕された。この年にこの海域で再捕が予想された脂ビレ標識魚は、朱太川放流魚の他に、積丹半島の余別川に1985年5月11日に0.6gの稚魚で放流された70,000尾もある。前年の春にも、やはり同じ余別川に1984年5月11日に1.7gの稚魚で放流された31,000尾の脂ビレ標識魚からの回帰魚がこの地区で17尾再捕された(坂本他 1986)。1987年にも前年と同じ度合いで接岸し、同様の再捕努力が加えられたとすると、1987年春には余別川からの標識魚38尾が再捕魚の中に混じっていたと推算されるが、この混入率は3%前後に過ぎず、全体の回帰傾向には影響を与えていないものと判断して論議した。

再捕時期別の再捕魚体重の変化を求めると、図7に示されるように4月にすでに平均体重は2kgを越しており、多少は大型化する傾向をもつものの、1982年のような顕著な経時変化(真山他 1985)はみられなかった。全期間を通しての再捕魚の平均体重は2.33kgで、尻別川へ放流されてこの年に沿岸で再捕されたスモル



秋季に放流された標識サクラマスの降海と回帰

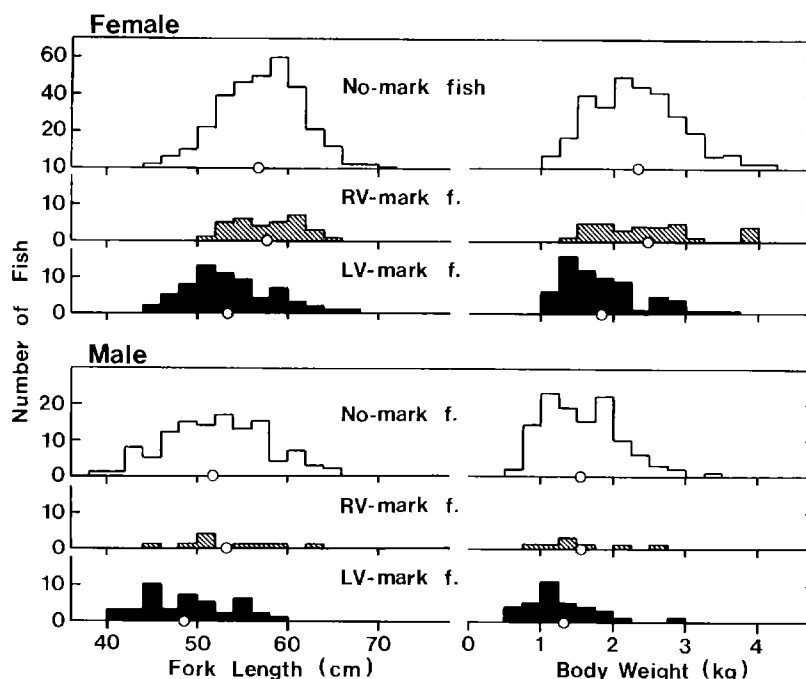


図8 1984年秋に目名川で採捕されたサクラマス親魚の雌雄別体長・体重組成. 白丸は平均値を示す  
 Fig. 8. Fork length and body weight distributions of adult masu salmon captured at the Mena River in fall of 1984. Open circles indicate the mean values. RV:Right ventral fin, LV:Left ventral fin.

ト放流標識魚の平均体重1.77kg (真山未発表)を上回った。旬間の再捕尾数が100尾を越えたのは4月下旬から6月上旬までで、5月上旬が最も多く351尾と、全再捕数の29.7%を占めた。これら再捕尾数の多い時には、母川である朱太川の河口周辺での再捕尾数がとくに多かったことから、沿岸での再捕尾数の多い時期には河川そ上量も多かったものと推測される。

河川への回帰

**1981年級魚** 6月中旬の再捕を最後に沿岸から姿を消していた標識魚は、9月初めから10月末までの間に、夏を過ごした尻別川本流から放流河川である支流の目名川に産卵のためにそ上し、下流域の魚止装置で相次いで捕えられた。採捕された親魚686尾のうちの標識魚とその混入率は、右腹ビレ標識魚42尾 (6.1%)、左腹ビレ標識魚108尾 (15.7%)、計150尾 (21.8%)であった。河川内で再捕された2種の標識魚と無標識魚の体長と体重の頻度分布を雌雄別に図8に示す。1982年の春には天然産卵からの稚魚が多く出現し (真山・大能 1983)、このため上流域へは人工ふ化稚魚を分散放流しなかったことから、1984年に回帰した親魚のうち無標識魚には天然産卵由来のものが多かったとみなされる。秋季放流された右腹ビレ標識魚は全体で52尾と少なく、特に雄はわずか10尾に過ぎなかったが、雌雄共に体長・体重の平均値はこれら無標識魚 (天然魚)をわずかながら上回った。一方スモルト放流された左腹ビレ標識魚は天然魚に比べ明らかに小型で、雌では平均体長で3.8cm、平均体重で443gも下回り、雄はそれぞれ3.43cm、282g小さかった (表3)。

**1984年級魚** 6月中旬以降沿岸での再捕数が急激に減少し、7月中旬以降沿岸で再捕されなくなった標識魚は、この時期までに大半が河川そ上を終えたと判断された。朱太川でのサケマス増殖用親魚の採捕は、主にサケ親魚を対象として8月中旬頃から下流域 (河口から約2km上流)で行なわれる。このため、多くの親

表3 河川で採捕されたサクラマス親魚の体長及び体重

Table 3. Fork length and body weight of masu salmon adults captured in river as spawners.

Brood Year	Sex	Marked Fin	Fork Length		Body Weight		Group
			No. of Fish	Mean±SD(cm)	No. of Fish*	Mean±SD(g)	
1981	Female	Right Ventral	32	57.68±3.76	32	2,459±720	Fall Release
		Left Ventral	66	53.34±4.81	66	1,857±595	Smolt Release
		No-Mark	317	56.82±4.45	305	2,300±623	
	Male	Right Ventral	10	53.08±5.49	8	1,548±601	Fall Release
		Left Ventral	42	48.48±4.80	34	1,263±478	Smolt Release
		No-Mark	117	51.91±5.62	117	1,545±527	
1984	Female	Adipose	88	56.87±4.86	83	2,323±642	Fall Release
		No-Mark	97	56.06±4.70	94	2,172±663	
	Male	Adipose	43	52.81±5.13	33	1,549±484	Fall Release
		No-Mark	12	50.75±5.87	11	1,465±741	

\* Number of fish weighed is not always equal to that of length measurement, because some fish were measured only in length.

魚はすでに上流へそ上したあとと考えられたにもかかわらず、8月下旬から10月上旬までの間に258尾が採捕され、この中に131尾（混入率50.8%）の脂ビレ標識魚が出現した。成熟時（採卵時）の標識魚の平均体長は55.5cm、平均体重は2.10kgで（表3）、沿岸再捕魚に比べ体長で3.5cm大きくなっているが、河川そ上後の成長というよりは、成熟に伴う吻端の伸張や雌雄比の違いなどにより影響を受けたものと思われる。無標識魚と標識魚を比較すると、標識魚がわずかながら大きかった。また1982年から1987年までの6年間の尻別川での採卵時の天然魚の平均体長は雌で57.9cm、雄で53.4cmで、今回の秋季放流魚が雌で56.9cm、雄が52.8cmであることから、天然魚と同等の大きさの親魚として回帰したといえる。

1987年秋には朱太川河口から20km足らず北側に河口を持つ尻別川で、2,544尾ものサクラマス親魚が再捕されたが、これらの中に脂ビレ標識魚は出現せず、また尻別川に放流された腹ビレ標識魚は、尻別川で64尾再捕されたが朱太川では再捕されず、サクラマスの強い母川回帰性が示唆された。

## 論 議

越冬期を前にした秋季に河川放流されたサクラマス幼魚の、自然界での越冬と降海移動そして親魚としての回帰の実態把握を、標識放流によって確かめた。1981年級魚の場合は、同一飼育群の一部を1982年の秋に放流し、翌春まで飼育を続行してスモルト放流したものとの比較試験でもある。沿岸と河川に3年魚として回帰し再捕された標識魚は合計356尾で、このうち秋季放流魚が95尾（26.7%）、スモルト期放流魚261尾（73.3%）で、放流尾数はほぼ同数であったにもかかわらず、秋季放流魚の回帰尾数は全体の約4分の1に過ぎなかった。このことは、魚体サイズが越冬期前の放流魚としては全体に小さ過ぎた（放流時の平均体長は9.1cm）ためと考えられた。放流後の採集調査からも冬期間には全く成長が認められず、翌春の3月以降の成長だけでは最小スモルトサイズといわれる体長11-12cmに到達できたものの度合いが低かったと推測された。

秋季放流魚のうちスモルト化して降海した尾数をスモルト期放流標識魚の回帰時の再捕尾数との比率から推定してみると、スモルト期放流標識魚（左腹ビレ標識魚）のうち降海したとみなされた尾数の54,400尾と

#### 秋季に放流された標識サクラマスの降海と回帰

再捕尾数の261尾の比から、秋季放流標識魚（右腹ビレ標識魚）の再捕尾数95尾は、19,800尾の降海幼魚から得られたものと推算された。この結果から秋季放流尾数に対する1+魚としてのスモルト化率（降海率）を求めると36.9%という値が得られる。放流魚の魚体が小型であったことを考慮に入れば、秋季放流によっても高い生残率と降海率を得られることがこの試験から確かめられた。しかし、降海率を増し、回帰率を高めるためには、翌春にスモルト化できる最小サイズを求めて、これを越える魚体で放流することが必要と考えられた。

1984年級魚の放流試験では、放流魚の平均体長が9.7cmで、9cm以上のものが81.3%（1981年級魚では59.0%）と、比較的大型の種苗を放流することができた。しかし、0+魚としての雄の成熟度合いが、1981年級魚に比べて高く、これらは雄の河川への残留度合いを高めた。

放流河川である朱太川でのそ上親魚の採捕場所が、下流域でしかも採捕業務は夏以降に着手されるため、そ上盛期と思われる4-5月に多くの親魚が上流へそ上したものと考えられる。隣接した尻別川へ放流された標識魚の寿都沿岸での再捕尾数に対する河川での再捕尾数の割合を求めると、1982-1986年の5ヶ年に0.43から1.52の間で変動し、その平均は0.91である。この割合で河川そ上数を推定すると、最も低い0.43を用いても約430尾が、平均値を用いると約900尾が河川そ上したことになる。尻別川での再捕尾数は、放流河川である支流の目名川での再捕数であり、年によっては増水により上流に逃逸することもあるため、実数はこれより多いであろう。今回の標識魚の寿都・島牧沿岸での再捕尾数に、朱太川で実際に秋に再捕された131尾だけを加えた1,314尾で、放流数に対する母川及び周辺沿岸での再捕率を求めると0.97%で、高い回帰率が確かめられた1981年春に放流されたスモルト標識魚（真山他 1985）での同じ沿岸と母川とを合わせた再捕率1.17%に比べてもそれほど低い値ではない。河川そ上数を900尾と仮定すると、再捕率1.5%ときわめて高い値が示された。この高い回帰効果は、1981年級魚に比べ、大型の種苗を秋季放流できたためと考えられたことから、回帰魚の鱗相分析によって越冬期明けの年輪形成時の体長を推定してみた。所定の部位から採鱗されたことが明らかな234尾の鱗標本のうち再生鱗などで使用できなかったものを除く174尾の鱗を用いて、大熊・真山（1985）の方法による比例式から推算体長を求めた。図9に示されるように、推算された年輪形成時の体長と沿岸回帰時の体長の間には相関が認められないものの、降海して回帰したこれら標識魚の越冬明けの平均体長は11.5cmで、9-14cmの範囲のものスモルト化率が高かったことが伺われる。このことから、越冬期の成長停滞の前にこの体長範囲に収まるようなサイズで秋季放流することにより高い降海率の得られることが示唆された。

1981年級魚の回帰魚体を比較したところ、スモルト放流魚は明らかに海洋での成長が劣っていた。しかし秋季放流魚は天然魚（無標識魚）に比べわずかながら大きめで、長期飼育や放流による影響は認められなかった。これまで行われてきたスモルト放流試験の回帰魚体は、いずれの年も天然魚のそれに比べ小型である。その差が非常に小さい年もある（真山他 1985, 1986）が、1981年級魚と同様に有意に成長が劣ることもある（真山他 1987）。スモルト放流魚が小型で回帰する傾向の強いことは、スモルト進行期の飼育や輸送放流時のストレスそして放流後の自然界での生活への順応性に問題のあることを示唆している。同じ長期飼育魚でも、秋季放流したものが天然魚同様の成長を示すことは1987年に朱太川に回帰した秋季放流魚からも確かめられ、放流後の環境への順応には問題の少ないことが伺われた。

秋季放流の効率を向上させるための方法のひとつとして、スモルト化率を高めるための大型幼魚の放流が有効であることが明らかにされたが、適正な放流場所、時期、放流密度などの解明のためには、越冬期から降海期までのサクラマス幼魚の生活実態を把握することが必要である。

サクラマスの冬期間の生活実態については、積雪や河川の結氷などにより観察が困難となるため、採集しやすいところでの観察例に限られてしまうが、井上・石城（1968）は越冬場所として、岸下が深くえぐられ、流れがゆるやかで、ササや枯れ草などによって覆われた場所に多く潜伏し、夏に多数みられる場所にはみられず、比較的水温の高い支流に集まる傾向があると報告している。目名川では、夏期間に分布密度が高い本

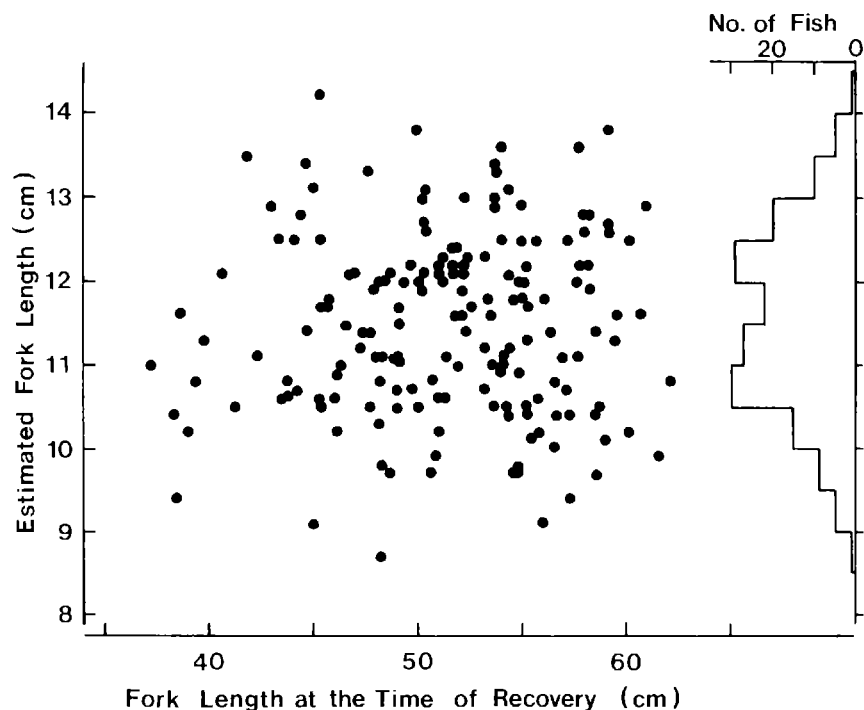


図9 1987年に沿岸域に回帰した秋季放流標識魚の再捕時の体長と鱗相分析から推定された越冬明け体長の関係

Fig. 9. Relation between fork length at the time of recovery of marked masu salmon released in the fall of 1985 and the estimated fork length at the end of wintering.

流を含む、水温がほぼ0℃まで低下する水温条件の所でも、流れがよどんで光の差し込まないような川岸のボサ下や茂みの中に多く分布する。そして、このような川岸に接して流れのゆるやかな深い淵を持つところには特に高い密度で潜んでおり、流れの早い瀬に隣り合わせた所では上記したような場所であってもほとんど分布がみられない。このことから、時には越冬魚が淵に出る生活形態をとっていることも想像され、久保（1980）が報告している冬期間の「活動型」の存在も推察される。これまでの著者らの数多い採集調査でも、12月から2月までの厳冬期の目名川では、このような場所で投網によって遊泳中の幼魚が採集されたことはない。しかし、川岸の窪みから追い出すようにしたも網による採集を行なった時に、直前には投網で存在が認められなかったにもかかわらず、逃げ出してきたものが隣接した淵で数多く捕らえられ、これらは泳ぎ出ることなくとも網でとられたものに比べ、明らかに大型であったこと（真山他 1982）からは、遊泳力の違いから魚体の大小によって生活の仕方が異なることも示唆される。

サケ属魚類は冷水魚とはいえ、水温0℃付近まで低下した時には、遊泳力が最大値の3分の1から5分の1まで落ちることが確かめられており（Brett et al. 1958）、越冬期に潜む場所に接して流れの早い所がある場所は安定した越冬場所とはいえない。このことから、越冬場所としては流下を防ぐためと、大型魚の遊泳空間としての二つの理由から、流れのゆるやかな淵が接して存在することが必要な条件と考えられる。

冬期間の摂餌生態については、直接餌をとる状態を観察することができないため、胃内容物を通して類推するしかない。越冬時期のサクラマス幼魚が少ないながらも各種水生昆虫をとることが知られている（井上石城 1968, 真山・大熊 1983）。白石（1958）はアマゴにおいてもこの時期に摂食行動が低下するものの、

### 秋季に放流された標識サクラマスの降海と回帰

温水魚にみられるような越冬期の絶食状態となることはないと言っている。目名川ではこの時期にユスリカ類を主体とした双翅目昆虫の幼虫と蛹が多く食されている(真山・大熊 1983)が、これらが流下時に流れの中でとられたものか、あるいはよどみの中に生息するものを摂餌したものか判断しにくい。しかし、越冬期に目名川のサクラマス幼魚への鉤頭虫の寄生率が顕著に高まり、これは中間宿主であるミズムシ *Asellus hilgendorfi* を摂食する機会が増すことによりもたらされることが明らかにされていること\*からは、この時期には必ずしも流下物だけでなく、ほとんど流れのない川岸のよどみに生息する餌生物をも利用していることが伺われる。

ギンザケはこの時期には攻撃行動が失われ、淵の河床に身を寄せ合うように高い密度で分布して流下物を摂食することが観察されている(Chapman 1962)が、サクラマスも同様に、食物を確保するためのなわばりを持たなくなり、狭い空間に高密度に分布して摂餌するようになる。越冬期には少なからず摂餌することが確かめられてきたものの、水温低下によって消化速度が著しく低下することが知られていることから(Brett and Higgs 1970)、採集時の胃内容物は長期間の摂食物の蓄積であるに過ぎず、この時期の餌生物の要求量は低いことが伺われる。また、秋口から冬期間にかけて魚体の大小にかかわらず粗脂肪量が急激に低下すること(野村 1984)からは、低水温条件下での摂餌によるエネルギー蓄積の効率がきわめて低いことも伺われる。

北海道日本海沿岸河川では、冬期間は双翅目幼虫を主体とした水生昆虫の現存量が最も多くなる時期で(阿刀田・今田 1972 a, 1972 b)、これらの流下量も非常に多い(真山他 1982)。また岸に生息する小動物も利用することや、魚の代謝機能が低下していることもあって、夏から秋の間に比較すると餌料条件の悪化は起こりにくい。しかしこのあとの春季のスモルト期には、水温の上昇と共に急速に成長するため、多量の餌を必要とする。春季には融雪増水によって流量が増すにもかかわらず、単位流水量当たりの流下動物量が冬期間に引続き高い水準に保たれていること(真山他 1982)、そしてこの増水期にはサクラマス幼魚は流れの強い流心に出ることができずに淵や岸沿いのゆるやかな所で活発に摂食するが、この時には、通常は瀬の砂礫底で生活する種類の水生昆虫が強い流れから逃避するためか、あるいは流下してきて一時的に生息しているためか、岸のよどみに大量に分布することが観察される(真山 未発表)ことから、この時期にも餌料条件は引き続き良好に保たれていると見て支えないであろう。このように、夏期間には成長の制限要因となる餌料条件が、冬期間から翌春の降海期までの間の収容力には比較的余裕があるものと考えられる。したがって、越冬期前の幼魚を河川放流することによるサクラマスの現存量の急激な増加が、先住魚や放流魚のスモルト化(成長)や生残に与える影響は少ないものと判断される。

放流時期としては、摂餌強度の低下する低水温時であるほうが、餌生物条件だけを考えれば有利であろうが、放流点付近に異常に高密度に分布することは避けなければならない。放流後の分散を図る必要がある。このためには遊泳力が極端に低下する前を選定しなければならない。越冬前には水温の低下と共に、瀬から淵へ、そして岸のよどみの中へと生活の場を変えるが、サクラマス幼魚ではこのような狭い範囲の移動の他に、大きな移動をすることが多くの例から推察されている(井上・石城1968, 田中他 1971, JIBP-PF ユーラップ川研究グループ 1973, 小島・杉若 1979, 久保 1976, 真山他 1982)。また実験的な観察からも確かめられている(田中 1973)。今回の放流試験で、河川水温8-9℃の時に放流された放流魚は、5℃前後に低下するまでの間に、上下流そしていったん下流に下りてから支流の上流へのそ上と、広範囲に分散することが確かめられた。分布密度が異常に高かった放流場所付近から、より低密度の場所への分散移動は当然起こり得るのであろうが、天然魚に比べ遊泳能力が低いといわれる飼育魚でさえ短期間のうちに放流場所から広範囲に降下し、そしてそ上した様子からは、この時期に大きく移動する習性を持つことが伺われる。したがって、

\*真山 紘(1987) 河川生活期サクラマスにおける鉤頭虫寄生の季節変化, 昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集

このような移動が容易にできる水温条件のうちに放流することも秋季放流の際には考慮すべき重要な要素であろう。1984,1985年の連続記録値をもとに求めた日名川の中流域の平均水温は、10月下旬で7-9℃、11月上旬で5-7℃で、中旬には3-4℃と、急激に低下する。このため、摂餌要求量が低く、しかも分散移動に支障のない水温条件としては、今回得られた知見の範囲の中では、5-10℃の時期（日名川では10月下旬から11月上旬）が最適と考えられた。

放流場所の選定に当たっては、多くの場所に少量ずつ分けて放流するのが望ましいことは当然であるが、放流後の分散移動状況から、体長9-10cm前後の大きさのものでは、十分な分散能力を持つことが確かめられたことから、広範囲に分散が可能な場所、たとえばいくつかの支流が流れ込む合流点に近い本流の深みなどに放流することで、効果が期待できるようである。また秋季放流された魚は、越冬期にしるそれに続く融雪増水期にしる、成長期である春から秋までの間の生息場所とは全く異なる場所を主な生息場所とすることから、通常サクラマスに生育に適しているといわれるような河川形態にこだわる必要はないのかもしれない。越冬環境だけを考えれば、前述したように大きな淵やトロ場に接して岸下が深くえぐれた所があり、しかも岸まで植物が茂るような条件の場所の多い河川が収容力が高いといえる。これらのことから、これまでサクラマスの増殖河川としてあまり利用価値がないとみられてきた、流れのゆるやかな北海道東部や北部に多い湿原の河川などがむしろ越冬場所を多く備えており、このような河川を利用しての秋季放流が、サクラマスの資源培養の場の拡大に有効な手法となることも考えられる。今回の放流試験を行なった河川のひとつである朱太川は、黒松内低地帯を流れるさわめてゆるやかな流れの河川であり、この河川への放流魚で高い回帰効率が確かめられたことは、好適な河川形態を持っていることもその要因のひとつであったと考えられる。

## 要 約

1. 河川の限られた生産力に受ける影響を少なくしながら、自然界を利用して降海型幼魚を大量に生産する手法のひとつとして、未分化サクラマス幼魚の秋季放流試験を行なった。
2. 1982年と1985年の越冬期直前の10月下旬から11月上旬にかけて、北海道日本海沿岸の河川に、それぞれ平均尾叉長9.11cmのサクラマス幼魚53,700尾と9.71cmの幼魚135,000尾にヒレ切除標識を施して放流し、これらの越冬と降海の状態そして親魚としての回帰状況を調査した。
3. 放流魚は、放流直後から広範囲に分散移動したが、水温5℃以下に低下する11月下旬から翌春の3月までの間は越冬状態となり、流れが弱い物陰に潜み、成長も停滞した。これらは翌春の水温上昇時に急激に成長し、体長11cm以上に成長したものの多くはスモルト化して降海した。
4. 降海後海洋で一冬を過ごした秋季放流標識魚は、1984年と1987年の春に母川周辺の沿岸に回帰した時に、それぞれ53尾と1,183尾が、そして秋には成熟親魚として河川内でそれぞれ42尾と131尾が再捕された。
5. 河川内再捕魚の魚体サイズを比較したところ、秋季放流魚は両放流群とも天然魚と差がなく回帰した。1984年に同時に回帰したスモルト放流群は天然魚に比べ明らかに小型で回帰し、放流後の自然界での生活への順応性に問題のあることが伺われたが、秋季放流魚ではこの点で優れているものと判断された。
6. 未分化パーで秋季に放流するためには、尾叉長9cmを越える魚体の種苗を用いることにより、翌春には高いスモルト化率が得られることが知られた。また放流時期は、分散移動能力が低下する前の、水温5℃から10℃の間が最適と考えられた。
7. 秋季放流の効果を高めるためには、越冬環境に優れた河川を利用することが必要であるが、稚魚期の放流には適しない形態の河川をも利用することが可能となるため、サクラマス資源培養基盤の拡大に有効な手法のひとつとなると考えられた。
8. 隣接した河川での本放流試験の結果、両河川間の標識魚の迷い込みは認められず、サクラマスの強い母川回帰性が示唆された。

## 文 献

- 阿刀田光紹・今田和史 (1972 a) : 千走川の水生昆虫相ならびに環境条件. 北海道水産孵化場研報, (27), 59-95.
- 阿刀田光紹・今田和史 (1972 b) : 積丹川, 見市川, 落部川の水生昆虫相ならびに環境条件. 北海道水産孵化場研報, (27), 97-149.
- Brett, J. R., M. Hollands, and D. F. Alderdice (1958) : The effect of temperature on the cruising speed of young sockeye salmon. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**, 587-605.
- Brett, J. R. and D. A. Higgs (1970) : Effect of temperature on the rate of gastric digestion in fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **27**, 1767-1779.
- Chapman, D. W. (1962) : Aggressive behavior in juvenile coho salmon as a cause of emigration. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **19**, 1047-1080.
- 井上 聡・石城謙吉(1968) : 冬期の河川におけるヤマメの生態. 陸水誌, **29**, 27-36.
- JIBP-JPF ユーラップ川研究グループ(1973) : ユーラップ川の生物群集の生産力に関する研究. 1-49.
- Johnson, S. L. (1982) : A review and evaluation of release strategies for hatchery reared coho salmon. Oregon Department of Fish and Wildlife, Fish Division Information Reports (82-5), 1-47.
- 小島 博・杉若圭一 (1979) : 厚田川におけるサクラマス幼魚の成長と生息密度および現存量の季節変化. 北海道水産孵化場研報, (34), 7-16.
- 久保達郎(1976) : サクラマス幼魚の河川生活期における移動習性. 生理生態, **17**, 411-417.
- 久保達郎(1980) : 北海道のサクラマスの生活史に関する研究. さけ・ますふ研報, (34), 1-95.
- Larsson, P.Ø. (1980) : Smolt rearing and the Baltic salmon fishery. in " Salmon ranching (edited by J. E. Thorpe)", p. 157-186. Academic Press, London.
- 真山 紘・大熊一正(1983) : 河川滞留期サクラマス幼魚の摂餌生態. 昭和57年度マリーンランニング計画 プログレス・レポート サクラマス(3), 92-102, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一 (1982) : 河川滞留期サクラマス幼魚の生態調査 (1981年度の結果). 昭和56年度マリーンランニング計画 プログレス・レポート サクラマス(2), 60-69, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一 (1986) : サクラマスのスモルト化幼魚の標識放流試験—1985年における回帰—. 昭和60年度マリーンランニング計画 プログレス・レポート サクラマス(6), 82-91, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一(1987) : サクラマスのスモルト化幼魚の標識放流試験—1986年における回帰—. 昭和61年度マリーンランニング計画 プログレス・レポート サクラマス(7), 19-30, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・野村哲一・大熊一正・松村幸三郎(1985) : 尻別川におけるサクラマスのスモルト放流試験 — 1981年春放流標識魚の回帰 —, さけ・ますふ研報(39), 1-16.
- 野村哲一 (1984) : サクラマスの生理学的研究—I 筋肉内粗脂肪量について. さけ・ますふ研報, (38), 33-41.
- 大熊一正・真山 紘(1985) : サクラマスの成長と鱗相に関する研究 2. 1982年に回帰したスモルト放流魚の鱗相と成長. さけ・ますふ研報, (39), 17-25.
- 坂本博幸・河村 博・田中寿雄・永田光博(1986) : 池産サクラマス標識魚の回帰. 北海道水産孵化場研報, (4), 71-78.

真山・野村・大熊

- 白石芳一(1958)：三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究. 第5 食性に関する研究. 淡水研資料, (19), 1-23.
- 田中哲彦・石田昭夫・松川 洋・石川嘉郎・薫田道雄(1971)：人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究－1報. 目名川とその支川における分散と定着についての観察. さけ・ますふ研報, (25), 1-17.
- 田中哲彦(1973)：人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究－6報. 定着過程に関する水槽予察実験. さけ・ますふ研報, (27), 17-24.