

## サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の交換移植試験

### 2. 地場産魚と移植魚の降海移動と親魚回帰の比較

真山 紘\*・野村 哲一\*・大熊 一正\*

Reciprocal Transplantation Experiment of Masu Salmon  
(*Oncorhynchus masou*) Population

### 2. Comparison of Seaward Migrations and Adult Returns of Local Stock and Transplanted Stock of Masu Salmon

Hiroshi MAYAMA\*, Tetsuichi NOMURA\*, and Kazumasa OIKUMA\*

#### Abstract

Reciprocal transplantations of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) stocks were carried out between two contrasting rivers, the Shari River on the Okhotsk Sea side and the Shiribetsu River on the Japan Sea side of Hokkaido, to clarify the differences in migration behavior and survival. Two groups of smolts, the local stock and introduced stock, were released at the same time into each river. The release experiments were repeated twice using 1984 and 1985 year classes fish. In the Shiribetsu River seaward migration of hatchery-reared smolts of the local stock was simultaneous with that of wild smolts. Smolts from the introduced stock, however, migrated downstream in June, about one month later than the native fish. The recapture rates of the introduced groups were significantly lower than those of the local stocks in both rivers and years. No evidence of increased straying of transplants were found. One of the factors causing the lower return rate of the transplanted stocks was suggested to be the difference in the date of seaward migration. Furthermore, influences of genetic adaptation to the receiving environment during the life history have to be considered.

The results suggest that conservation and management of original stocks is of utmost importance in efficient masu salmon reenhancement programs, and if transplantations of stocks are carried out the choice of donor river has to be carefully examined in order to prevent the disrupting of adaptive gene complexes.

---

北海道さけ・ますふ化場研究業績第320号

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

はじめに

サケ属魚類の移殖は人工ふ化放流事業の創生期からすでに始められ、世界各地で広範囲に行われてきた (Davidson and Hutchinson 1938)。サクラマス *Oncorhynchus masou* は分布域が極東に限られることや増殖量が少ないため移殖の規模も小さいが、数少ないながら国外移殖されたこともある (徳井 1969; Asai and Araya 1984)。我が国ではサケ *Oncorhynchus keta* の資源がほぼ完全に人工ふ化放流によって維持されていることもあって、隣接河川を含めた卵での移殖あるいは稚魚での移殖放流が、サケについては色々な規模で行われてきた。しかし、集団遺伝学的手法による検討結果からは、その効果に疑問が持たれており (Okazaki 1982)、他のサケ属魚類についても、移殖魚の低い回帰効率について指摘した報告が多い (Stabell 1984; Reisenbichler 1988など)。

移殖魚の低回帰率の成因については、おおまかに母川回帰性の低下 (迷い込みの増加) と、環境不適合による生残率の低下 (特に海洋生活期) の二つが考えられるが、特に後者についてはこれまで十分に検討されていない。サクラマスは他のサケ属魚類に比べて河川間の遺伝的独立性が強いと言われる (Okazaki 1986) ことから、移殖効率の向上のため、そして移入魚による遺伝的混乱 (結果としては在来群の繁殖効率の低下) を避けるためにも、移殖行為自体あるいは移入先河川の選定には慎重であることが要求される。

移殖によるサクラマス資源造成の可能性と回帰様式の変化を明らかにすることを目的として、北海道日本海沿岸の尻別川とオホーツク海沿岸の斜里川の間 (図1、河口間の距離は直線で370km、沿岸経由で約600 km) で、2ヶ年にわたり交換移殖を行い、標識放流試験で回帰を確かめたのでその結果をここに報告する。なお、両河川のサクラマスの生物特性については前報 (真山 1989) で比較した。

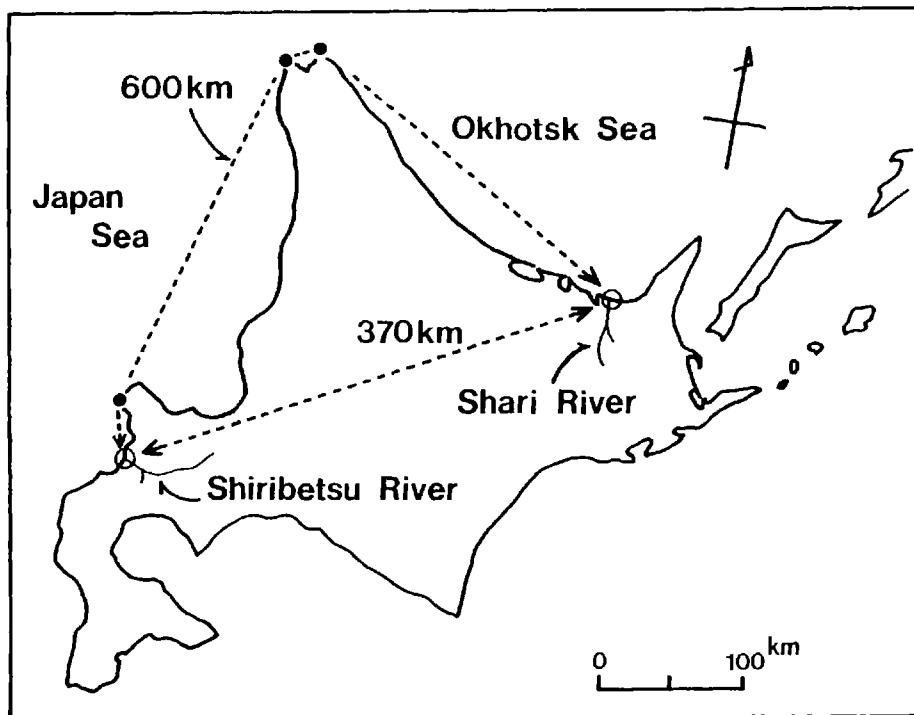


Fig. 1. Map showing the locations of the Shari River and the Shiribetsu River where the reciprocal transplantation experiments of masu salmon were carried out.

図1 サクラマスの交換移殖放流試験を行った斜里川と尻別川の位置及びその間の距離

この研究の一部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)」の一環として行われた。本文に先立ち、本研究の企画及び遂行に際して終始有益な助言を頂いた、前水産庁北海道さけ・ますふ化場長の小林哲夫博士、放流幼魚の飼育・標識から回帰標識魚の発見まで全面的に協力してくれた北海道さけ・ますふ化場の職員各位、沿岸回帰標識魚の再捕調査に協力頂いた寿都町漁業協同組合及び斜里第一漁業協同組合に対し深く感謝する。

## 材 料 と 方 法

### 1. 放流までの経過

大量の試験放流魚を生産するためには、2ヶ年の飼育条件や放流方法を全く同一にすることは出来なかったが、それぞれの河川放流魚は同一条件で飼育された後、同じ時期に同じ場所に放流された。飼育時の投餌量は残餌の状態を観察しながら調節し、特に餌の量を変えての成長抑制は行わなかった。放流試験の概況をまとめて表1に示した。放流魚のうちスマルト化して降海した幼魚数は、形態的特徴と雄の生殖腺の発達度合からスマルト化率を求めて推定した。放流時に十分発現していない場合には、一部を継続飼育することにより求めた。

#### (1) 1984年級魚 (1986年春放流)

**斜里川放流魚** 斜里川下流の斜里捕獲採卵場において、1984年春から夏にかけて採捕されたそ上親魚から採卵された1,045,000粒からの発生魚の一部を地場群とした。尻別川支流日名川の尻別捕獲採卵場(従米名駒捕獲採卵場と呼称されていたところ)で採捕されたそ上親魚から、1984年9月25日に採卵された459,000粒の一部(100,000粒)を同年11月上旬に斜里川のふ化場に発眼卵で移殖し、これからの発生魚を移殖群とした。初期の飼育は斜里川にある民営のふ化場(来運収容所)で行った。1985年9月下旬に同水系の国営のふ化場(北海道さけ・ますふ化場斜里事業場)に両群を移送し、放流時までここで飼育した。飼育開始直後の1985年5月に地場群(平均体重0.8g)を選別して大型のものを残しただけで、他は放流まで無選別で飼育した。飼育は水温8℃前後で変化の少ない湧水のみで行った。

1986年2月下旬に地場群の左腹鰭、移殖群の右腹鰭をそれぞれ切除して標識した。放流は、1986年5月13日にふ化場のある斜里川支流のエトンピ川に行った。

**尻別川放流魚** 上記した斜里川の来運収容所で飼育中の二群の魚の一部を、1985年7月下旬に千歳川のふ化場(北海道さけ・ますふ化場千歳事業場)に活魚輸送し、ここで放流時まで飼育した。1986年1月下旬に、尻別川採卵群(地場群)の右腹鰭、斜里川採卵群(移殖群)の左腹鰭を切除標識した。斜里川のふ化場から

表1 交換移殖放流試験の概要  
Table 1. Summary of releases on exchange transplanting experiments ;

Brood year	Original river	Release date	No. of fish released	Mean fork length (cm)	Mean body weight (g)	Estimated No. of smolts	Clipped part of fin
in the Shiribetsu River.							
1984	Shiribetsu	Apr. 22-23, '86	28,000	12.4	19.7	25,000	Right ventral
	Shari	Apr. 23-24, '86	48,000	9.9	9.6	37,000	Left v.
1985	Shiribetsu	Apr. 21 22, '87	54,000	11.2	15.0	37,000	Right v.
	Shari	Apr. 20, '87	58,000	10.1	10.9	45,000	Left v.
in the Shari River							
1984	Shari	May 13, '86	52,000	11.9	16.6	39,000	Left ventral
	Shiribetsu	May 13, '86	40,000	14.4	28.1	35,000	Right v.
1985	Shari	May 20, '87	53,000	12.4	20.3	42,000	Left v.
	Shiribetsu	May 20, '87	54,000	15.5	35.1	44,000	Right v.

の移送後は両群とも無選別で飼育した。飼育は秋まで湧水のみ、そして12月に徐々に河川水を混合しながら水温を低下させ、自然界での越冬期である冬期間は河川水のみとした。スマルト期を前にした4月上旬に再び湧水に戻した。

放流は、1986年4月22-24日に、尻別川支流目名川のふ化場（北海道さけ・ますふ化場尻別事業場）構内の小川に活魚輸送（輸送距離約140km）することによって行った。

## (2) 1985年級魚（1987年放流）

**斜里川放流魚** 斜里川において1985年に採捕されたその親魚から得られた662,000粒の卵からの発生魚の一部を地場群とし、尻別川において採捕されたその親魚から1985年9月26日に採卵された576,000粒の一部（150,000粒）を同年11月25日に斜里事業場に発眼卵移植し、これからの発生魚を移植群とした。1986年11月上旬に小型魚を選別により除いた。飼育は湧水のみで行った。

1987年2月中旬に前年同様の部位の鱗を切除することにより標識した。放流場所は前年と変えて、1987年5月20日に、下流の捕獲場付近まで活魚輸送した。

**尻別川放流魚** 尻別川において1985年秋に採捕されたその親魚から得られた1,360,000粒の卵からの発生魚の一部を地場群とし、斜里川その親魚から1985年9月7日に採卵された142,000粒の一部（100,000粒）を同年10月23日に尻別事業場に発眼卵移植し、これからの発生魚を移植群とした。両群の卵から稚魚の初期飼育までをこのふ化場で行い、1986年7月に飼育条件の整備されている千歳事業場に移送し、翌年の放流まで飼育した。地場群から1986年9、10、11月に密度調整のために飼育魚の一部を取り上げたが、魚体を選別することなく無作為に除いた。飼育用水は、湧水と河川水を季節により組み合わせ、前年同様冬期間は河川水のみとして水温を低下させた。また、秋季（9月中旬から11月中旬）にも河川水を導入して水温を上昇させて成長を図った。

1987年2月上旬に前年と同じ部位の鱗をそれぞれ切除して標識した。放流は、1987年4月20-22日に尻別川支流目名川の中流域の3点に活魚輸送することにより行った。

## 2. 降海移動状況調査

放流魚の河川内滞留及び降海移動の実態を明らかにするため、尻別川支流目名川で放流直後の1986、1987年4月下旬から7月下旬までの間に定期的に、放流点付近の中流域と、本流との合流点付近の下流域の2点で幼魚を採集した。投網を用いて、主に淵を採集場とし、採集された幼魚は現場で麻酔し、尾叉長（以後文中では体長と記した）を測定し、標識の確認とスマルト度合の判定を行った。これらは、覚醒させた後に同じ場所に戻した。スマルトとパーの区分は久保（1980）による中・後期スマルトの特徴を備えたものを「スマルト」として、前期スマルトは特に飼育放流魚で未だ形態的变化が明確でないため「パー」に含めた。長期飼育放流魚（標識魚）以外の魚を「天然魚」としたが、これは天然産卵によるものに限定せず、長期間自然界での生活を経た、おそらく無標識魚の大半を占めるとされる稚魚期での放流魚に由来するものも含めた。これら幼魚の採集は定量的に行わず、採集量の多い時には分析に十分なサンプルが得られた段階で採集を終えた。

## 3. 回帰標識魚再捕調査

沿岸回帰標識魚の再捕調査は、海洋生活1年を経て回帰した3年魚を対象として、1987年と1988年の春にそれぞれの沿岸で行った。斜里川放流魚については、4月下旬から6月の間に河口付近の沿岸の小型定置網で漁獲され、斜里町の斜里第一漁業協同組合の市場に水揚げされるサクラマスを対象とした。1987年には5月初めから6月中旬までの間に数多く調査出来たが、1988年には5月下旬を中心とした調査にとどまった。

尻別川放流魚については、定置網の操業が始まる4月上旬から6月までの間に、主に河口周辺の西側の寿都沿岸で水揚げされたサクラマスを対象として、寿都町漁業協同組合の市場で漁期間はほぼ毎日、そして同

じ市場に集荷される隣接した島牧村の沿岸のものについても出来るだけ数多く調べた。また河口の東側の岩内沿岸についても、両年共調査頻度は少なかったものの再捕発見に努めた。沿岸再捕標識魚は、体長と体重を測定し、鱗を採取した。

河川に回帰した標識魚については、両河川とも人工増殖用の親魚を採捕しているため、これら親魚の採卵時（成熟時）に全数調査した。斜里川では下流域で採捕しているため成熟時までの期間が長く、蓄養中の死亡魚も数多いことから、これらへい死魚についても取り上げ時に全数確認した。発見された標識魚はすべて体長と体重を測定し、性別、標識の部位を記録して、鱗を採取した。また、無標識魚についても出来るだけ数多く測定し、成長などの比較に供した。

## 結 果

### 1. 飼育時の成長

1984年級の斜里川産魚はどちらの飼育場でも9月頃から成長が滞り始め、11月から翌春にかけて体重の増加は全く認められなかった(図2)。一方、尻別川産魚の秋から冬にかけての成長量の低下はゆるやかで、12月以降に成長が停滞した。この結果、越冬期の体重は斜里川産の7-8gに対し、尻別川産が13-15gと、2倍もの体重差が生じた。

1985年級魚も、秋以降は前年同様の成長パターンを示した。しかし、無選別飼育した時の両河川群の成長差は前年に比べ小さかった(図3)。

両年の飼育結果から、斜里川産魚は10月頃にはすでに成長が滞り始め、この時期にも成長量の大きい尻別

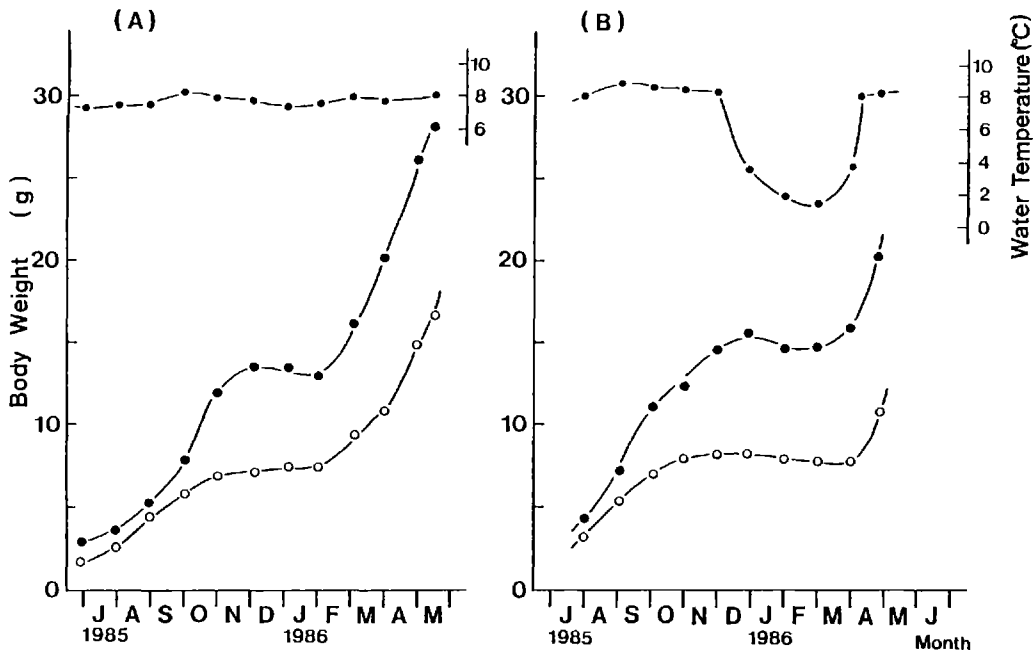


Fig. 2. Monthly changes in average body weight of 1984-brood masu salmon and water temperature during the rearing. A: planted fish into the Shari River, B: planted into the Shiribetsu River. Closed circle: Shiribetsu river strain, open circle: Shari River strain.

図2 1984年級サクラマス(1986年春放流)の飼育時の魚体重変化と飼育水温。A: 斜里川放流魚, B: 尻別川放流魚。黒丸: 尻別川産魚, 白丸: 斜里川産魚

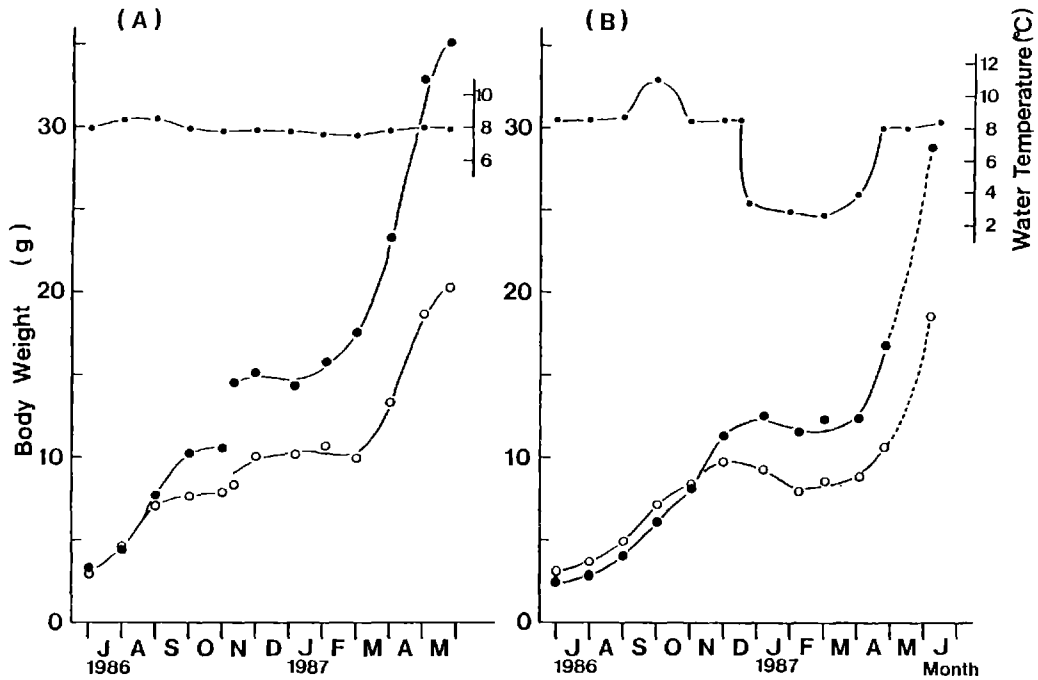


Fig. 3. Monthly changes in average body weight of 1985-brood masu salmon and water temperature during the rearing. Explanation in figure is the same as Fig. 2.

図3 1985年級サクラマス(1987年春放流)の飼育時の魚体重変化と飼育水温。A：斜里川放流魚，B：尻別川放流魚。黒丸：尻別川産魚，白丸：斜里川産魚

川産魚との違いがみられた。また両河川魚とも、冬期間には水温を低下させた条件下でも高水温に保った場合でも同様に成長が停滞した。このことから、たとえ飼育条件下でも、それぞれの河川の自然条件に適応した成長パターンを示すことが示唆された。

春季のスモルト期を前にした成長量は飼育水温に大きく影響を受け、高水温の湧水で飼育した斜里川産魚は2月から高い成長に転じるのに対し、河川水を導入して低水温条件下で飼育された尻別川放流魚は水温を上げた4月以降になって成長量が増大した。斜里川への放流が5月中・下旬であるのに対し、尻別川への放流は4月下旬と20-30日早かったこと、このように春の成長が遅れたことから、尻別川放流魚は斜里川に比べ小型魚で放流された。しかし、これら尻別川に放流された1985年級魚の一部を残して、1ヶ月間継続して飼育した結果、斜里川産魚が18gに、尻別川産魚は28gまで大型化して、斜里川放流魚とほぼ同様の大きさとなった。

尻別川への放流魚の体長組成を図4に示したが、斜里川産魚は両年で似通った分布なのに対し、尻別川産魚は1985年級魚の個体差が大きく、前年級魚と同じ12cm前後にもモードを持つものの8-10cmの小型魚も多かった。

## 2. 降海移動

尻別川本流の下流域は砂泥底からなり、慢性的な濁りが加わっているため降海魚はほとんど滞留しない。目名川合流点から下流で降海中のスモルトが採集された場所は小さないくつかの支流から川水の差し込む所に限られていた。このため、目名川から出た降海幼魚が沿岸生活に移行するまでの期間は短いと判断して、降下魚の採集が容易な目名川下流域で降海状況を調べた。その結果を図5に示した。

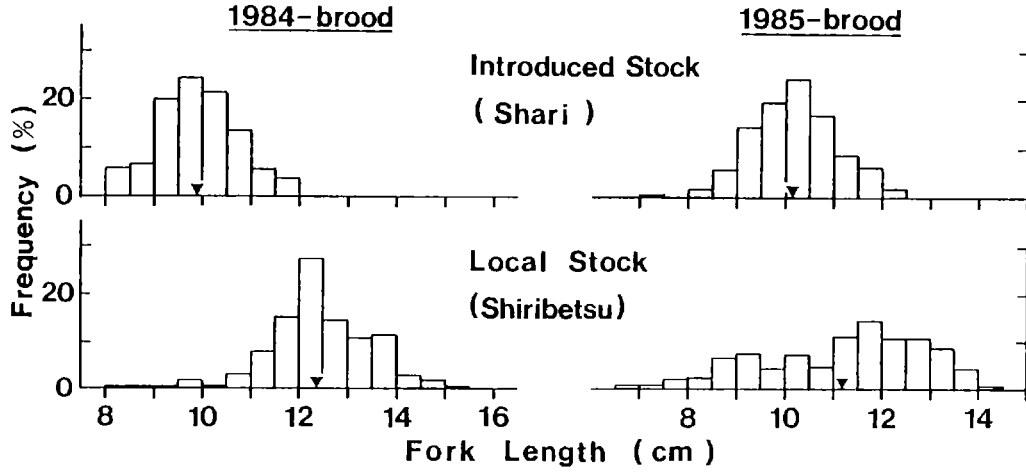


Fig. 4. Fork length distribution of masu salmon at the time of releasing into the Shiribetsu River. Triangle in histogram indicates the mean value.

図4 尻別川に放流されたサクラマス幼魚の放流時の尾丈長組成, 上段: 移殖魚(斜里川産), 下段: 地場魚(尻別川産), 図中の三角印は平均値を示す

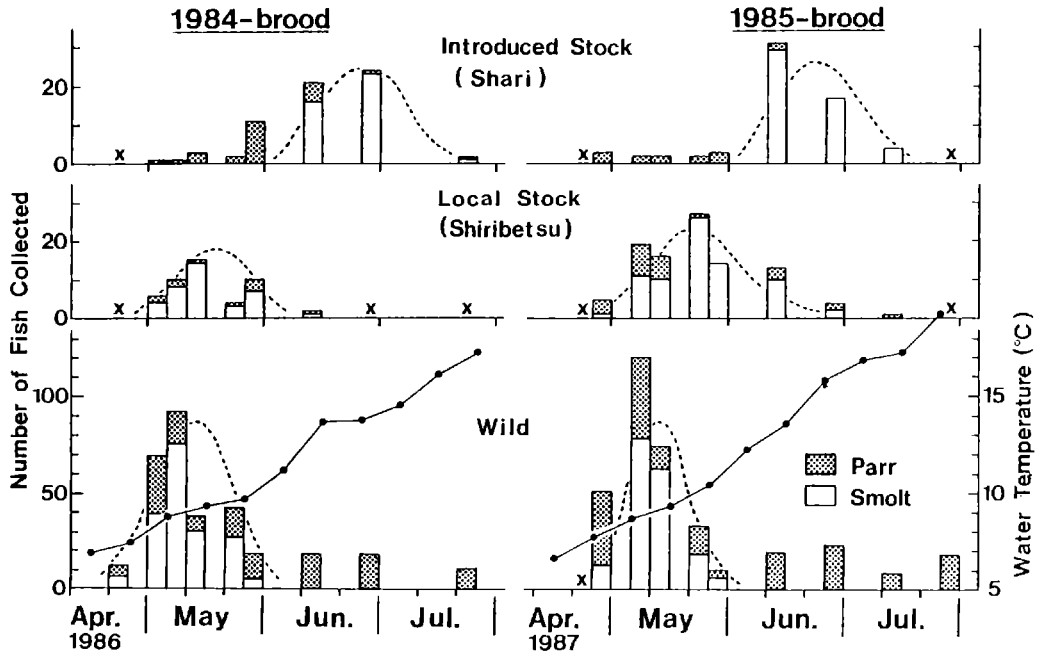


Fig. 5. Seasonal changes in seaward migration of masu salmon smolts in the Shiribetsu River and the water temperature at the coast adjacent to the river mouth in 1986 and 1987. X: no samples were obtained.

図5 尻別川における天然サクラマス幼魚及び標識放流魚のスマルト降海と沿岸水温の時期変化, 図中のx印は採捕されなかった時を示す

1986年春には天然魚のスモルトは4月下旬に出現し始め、5月に入って急増し、5月上旬の後半から中旬にかけてスモルトの比率が高まったことから、この時がスモルト降海のピークと思われた。下旬には採集魚が減少し、パーの割合も増加したことから、天然魚のスモルト降海の終期は5月末とみなされ、これまでの結果(真山他 1987, 1988 a)と一致した。4月下旬に放流された地場産魚に由来するスモルトは5月上旬に出現し始め、中旬に多く、この時のスモルト化率も高かった。採集数とスモルト化率の時期変化から、降海時期は天然魚とほぼ同じと思われるが、採集を欠いた6月上旬まで延長していたとも考えられる。これに対し移入された斜里川産魚は、5月にも採集されたものの、すべてパーで、6月中旬になってスモルトが高率に出現し、下旬にはさらに増加した。この後の7月下旬の採集魚2尾の中にも1尾のスモルトが混じっていた。6月以降の調査間隔が大きいため明確でないが、6月上旬から中旬にかけて急激にスモルト化が進み、中・下旬をピークに、7月初めにかけてスモルト降海したと考えられる。

1987年春にも天然魚は前年と同様の降下状況を示した。しかし、地場産の人工飼育放流魚は5月初めから降下を始めたもののそのピークは5月下旬で、6月末まで長期間降下し続けた。移入された斜里川産魚は前年同様6月になって初めて突然スモルトが出現し、7月中旬まで降下が続いた。

これらの結果から、天然魚は5月上・中旬をピークにスモルト降海すること、そして地場産人工スモルトもほぼこれと一致するもののピークは約1旬遅れ、時には終期が延長する傾向がみられた。また移殖された斜里川産人工スモルトの降海のピークは6月中・下旬で、降海時期は天然魚より約40日、地場産人工スモルトより約30日前後遅かった。降海時の尻別川河口周辺沿岸の水温は、尻別川産魚の9—12℃に対し、斜里川

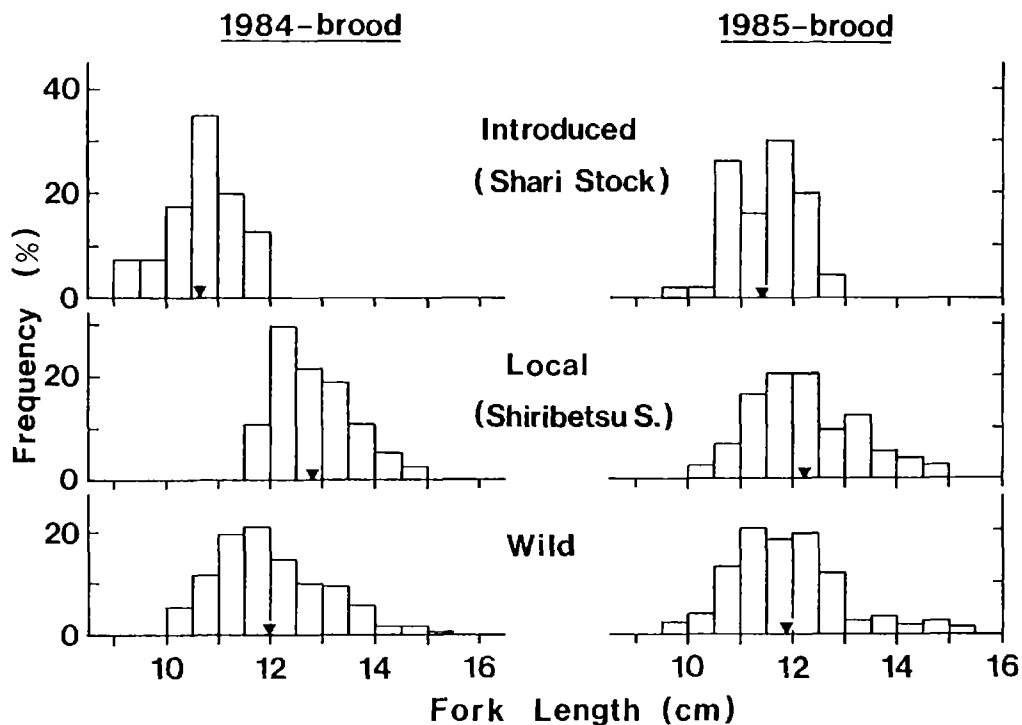


Fig. 6. Fork length distribution of masu salmon smolts captured in the Shiribetsu River during the seaward migration. Triangle in histogram indicates the mean value.

図6 尻別川で採捕された天然魚及び放流魚のスモルトの尾叉長組成。上：移殖魚(斜里川産)、中：地場魚(尻別川産)、下：天然魚



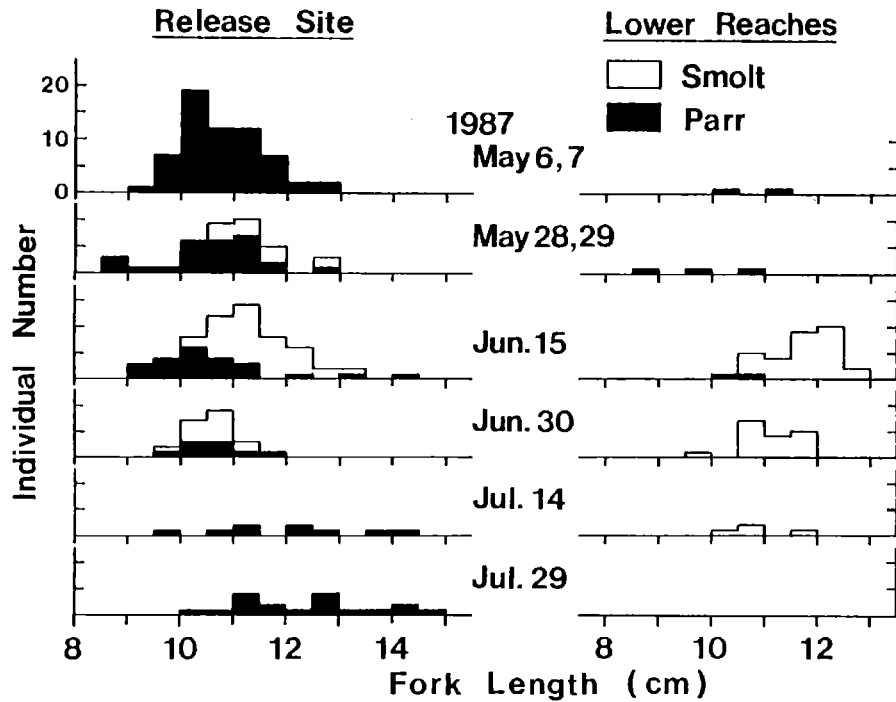


Fig. 7. Seasonal variations in fork length distribution and the smolt transformation of introduced masu salmon, Shari River strain, recaptured near the releasing site and 8 km downstream from the releasing site in the Shiribetsu River.

図7 尻別川支流目名川のサクラマス幼魚放流点付近(中流域)と下流域で採集された移殖魚(斜里川産)の尾叉長組成とスモルト化の時期変化

産魚は14-16°Cであった。採集されたスモルトの大きさは、図6に示されるように、地場産の人工スモルトが最も大きく、天然スモルトがこれに次ぎ、斜里川からの移殖スモルトは最も小さかった。しかし、1985年級魚ではその差は小さかった。斜里川産移入スモルトは、9 cm 台前半(最小9.2cm)でもスモルト化したものがあったが、成長の良かった1985年級魚は大半が10.5cm 以上だった。この結果から、斜里川産魚のスモルト化最小サイズは、尻別川に比べ小さいことが伺われたが、生育条件によっては同様の大きさで降海することが知られた。

降海期が遅かった斜里川産魚の放流後の分布と成長状況を明らかにするため、1987年春に放流点付近の目名川中流域と降下魚調査点の下流域で採集されたこれら移入魚の体長組成とスモルトの混入度を時期を追って比較した(図7)。放流から17-18日後の5月上旬には放流点付近に体長10-12cm 前後の幼魚が多数滞留しているが、これらの中にスモルト化しているものは見当たらない。5月下旬になると放流点付近の体長10.5cm 以上(最小個体10.6cm)の中にスモルトが出現し始めた。しかしこの時、下流域では未だ採集されない。下流域に大量のスモルトが出現した6月中旬には中流域でも10cm 以上の多くのものがスモルト化しており、中には13cm 台の大型スモルトもみられた。6月下旬には放流点付近では分布魚の数が減少し10 cm 台の小型のスモルトのみみられた。この時、下流域では11cm 台の降下魚が多くすべてスモルト化していた。7月中旬にも下流では未だ少量のスモルトが降下していたが、中流域には全くみられず分布魚はすべてパーとなった。このように、約8 km 離れた放流点付近と下流の採集点の間の分布の時間差を持つこと、そしてスモルト化に必要なサイズに達しているものでもある時期にならないとスモルト化して下流への移動を始め

ないことが知られた。

### 3. 沿岸への回帰

放流河川周辺に3年魚として回帰して再捕された腹鰭標識魚の尾数を表2に示した。これら再捕魚と同じ部位の鰭を切除するサクラマスの子孫放流が日本各地の河川で行われているため、他の河川からの放流魚が混じる可能性は否定できない。しかし、再捕時期を河川その上期に限ったこと、そして、予想される越冬場所であるより南側の海域から母川への回帰ルート（待鳥・加藤 1985）からはこれら両地区より南方の河川産魚が来遊する可能性が低いことから、主に隣接した地区からの放流魚のみが混獲対象となるとみなされた。両沿岸に回遊する可能性のあるものとしては、尻別川河口域ではわずか30km北側の古宇川に1985年春に1.28gの稚魚で放流された93,000尾の右腹鰭標識魚（尻別川回帰地場産魚と同じ）があり、1987年に3年魚として回帰が予想された。一方、斜里沿岸では根室海峡沿岸河川に放流され兩年とも回帰が予想された左・右腹鰭標識魚がある。現時点までに得られている知見からは、これらの混入度合いを明らかに出来ないが、尻

表2 放流河川及びその沿岸で再捕された標識サクラマス親魚尾数と再捕率（再捕親魚尾数/推定降海幼魚尾数：%）  
Table 2. Number of marked masu salmon adults recovered in the natal coast and river, 1987 and 1988.

Release river	Brood year	Return year	Release fish group	In coast		In river		Total	
				No. of fish recovered	Recovery rate (%)*	No. of fish recovered	Recovery rate (%)*	No. of fish recovered	Recovery rate (%)*
Shiribetsu	1984	1987	Local	86	0.344	62	0.248	148	0.592
			Introduced	13	0.035	4	0.011	17	0.046
	1985	1988	Local	31	0.084	51	0.138	82	0.222
			Introduced	9	0.020	2	0.004	11	0.024
Shari	1984	1987	Local	183	0.469	195	0.500	378	0.969
			Introduced	29	0.083	8	0.023	37	0.106
	1985	1988	Local	37	0.088	345	0.821	382	0.910
			Introduced	14	0.032	17	0.039	31	0.070

\* Recovery rate : (No. of adults recaptured/No. of smolts) × 100

別川河口域ではこれら他河川産の標識魚の混入によって地場産の回帰数が見かけ上高まる可能性を持つ。また、斜里川河口域では回帰海域間の距離が離れているため影響が少ないと判断した。

斜里川河口周辺の沿岸では、両放流群合わせて、1987年春に192尾、そして1988年春には51尾の標識魚が再捕された。放流魚のうちの推定降海尾数が両群で異なるため、スモルト降海推定尾数に対する沿岸再捕尾数の比率（沿岸再捕率）と比較したところ、地場産と思われる標識魚の再捕率に対する移殖魚と思われるもののその比は、それぞれの年の回帰魚で1 : 0.177と1 : 0.364で平均は1 : 0.271と移殖群の再捕率が明らかに低かった。

一方、尻別川河口域の沿岸では両群合わせて1987年春に100尾、1988年春に40尾再捕され、沿岸再捕率は地場産に対して移殖魚が、それぞれ1 : 0.110と1 : 0.238、平均1 : 0.174と斜里川放流魚よりさらに差が大きかった。

標識魚の再捕時期は、調査回数少なかつた1988年の斜里沿岸での結果を除けば、ほぼ両沿岸のサクラマス漁獲量変化と対応していた。

### 4. 河川での再捕

河川で再捕発見された標識魚尾数は表2に示す通り、移殖群は地場群に比べ顕著に少なかった。河川内再

表3 河川回帰標識親魚の採捕時から採卵時までの蓄養中の死亡率  
 Table 3. Mortality of masu salmon adults during the periods from trapping in river to spawning.

River	Return year	Local stock			Introduced stock		
		No. of fish recovered	No. of fish died	Mortality (%)	No. of fish recovered	No. of fish died	Mortality (%)
Shiribetsu	1987	62	5	8.1	4	1	25
	1988	51	2	3.9	2	1	50
Shari	1987	195	26	13.3	8	8	100
	1988	345	61	17.7	17	9	52.9

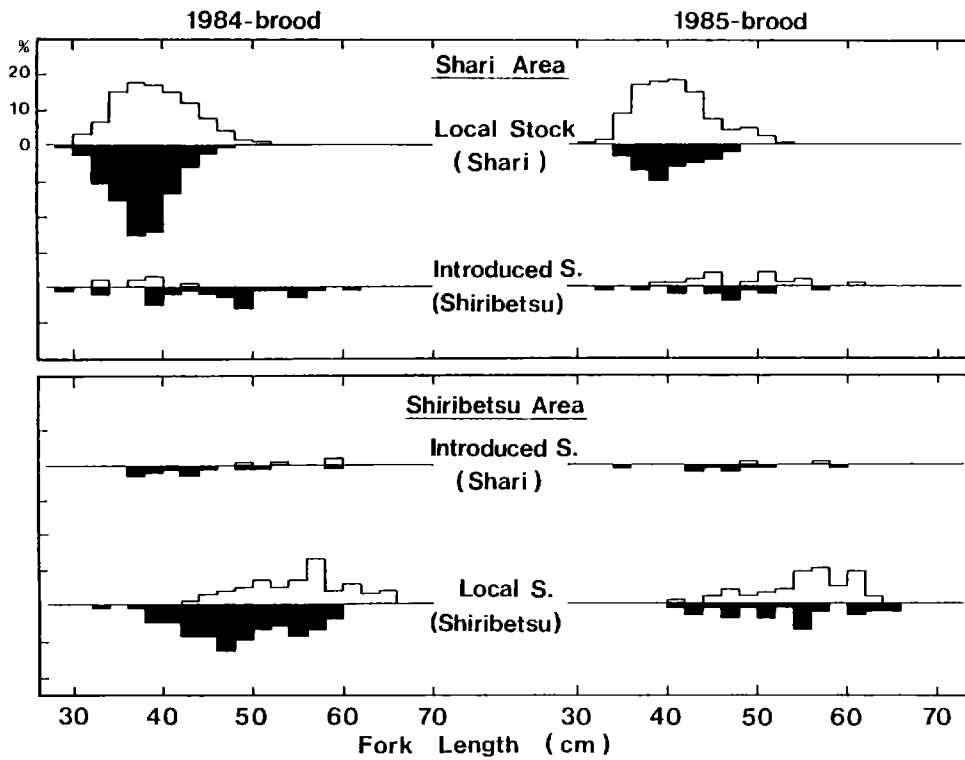


Fig. 8. Fork length distributions of recovered masu salmon adults in the natal river (above the length axis) and on the coast adjacent to the river mouth (below the axis). Histograms show as individual numbers when under 100 fish were recovered, and as percentage distributions of samples when more than 100 fish were captured.

図8 回帰した標識サクラマス親魚の尾叉長組成、河川内再捕魚：上向き(白)、沿岸再捕魚：下向き(黒)。頻度分布はサンプル数が100尾以下の時は個体数で、それ以上の時は%で示した

捕率(河川内再捕尾数/スモルト降海推定尾数)の地場群に対する移植群の比は、斜里川では1987年が1:0.046, 1988年が1:0.048で平均1:0.047, 尻別川ではそれぞれ1:0.044と1:0.029で平均1:0.037で、両河川での移植群の再捕率は地場群の21分の1から34分の1にとどまった。

斜里川では採捕から採卵までの蓄養期間が長いため、その間の死亡率は19.1-20.6%\*に達する。地場産魚の死亡率はこの範囲内であったが、回帰数の少なかった移植群ではこの間の死亡率が高く、1987年には成熟

脚註\* 北海道さけ・ますふ化場事業成績書 昭和59-61年度

まで生存したものが全くなく、1988年魚も半数が死亡した(表3)。一方、尻別川では蓄養期間が短いことと移殖群の再捕数が少ないため差は明確でないが、数少ない回帰魚の死亡率は高く示された。

再捕された標識魚の体長組成を沿岸再捕魚と比較して図8に示した。地場群は平均体長が沿岸再捕魚より河川再捕魚の方がわずかに大きいという一般的な傾向(真山他 1985)を持つものの両者は同様のサイズを示した。沿岸で再捕された移殖群は魚体差が大きく、放流河川の魚体の範疇に入るものもあるが、移殖元のサイズを反映する場合もあった。一方、河川内で再捕された移殖群は斜里川での1988年回帰魚のように明らかに地場魚より大型で回帰したこともあるが、同河川への1987年回帰魚そして尻別川への回帰魚は地場魚と変わらないサイズで再捕された。しかし、河川内での再捕尾数が極めて少なかった今回の結果からは移殖先と回帰魚体について明確な傾向を見出すには至らなかった。

## 考 察

約600km離れた河川間で、2ヶ年にわたり行われたサクラマス交換移殖試験の結果、いずれの場合も同じ条件で飼育して、同時に同じ場所に放流した地場群に比べ移殖群は極めて低い回帰にとどまった。河川への回帰魚での差に比べ、母川周辺の沿岸での再捕率の差が小さかったことについては、これまで他のサケ科魚類で報告されてきた移殖魚の母川回帰性の低下(Stabell 1984)の結果と考えられないわけではない。しかし、沿岸まで回帰した後の他の河川への迷入については、サクラマスの増殖のための捕獲を行っている近隣の河川から採卵時に再捕報告がなかったこと、そして、かつて約15km離れた隣接河川に移殖放流した標識魚が、多数沿岸回帰したにもかかわらず移殖元の河川で1尾も再捕されなかったこと(真山他 1988b)からもその可能性は低いと考えられた。そして、サクラマスで予想されている強い母川回帰性(Okazaki 1986; 栗倉他 1982)は移殖によっても容易に変化しないことが確かめられた。

Bams (1976) はカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* の移殖で海洋での生残率には差がなく、母川回帰性のみが低下したことを示唆している。しかし、今回は他河川への迷入の可能性が否定的だったことと沿岸での再捕率もやはり移殖魚で有意に低かったことから、放流から回帰までの間の生残率が低かったと判断された。移殖魚の放流後の生残率を低下させた要因の一つとして、移殖先の生育環境に適合出来なかったことが考えられる。尻別川でスマルト降海魚を時期を追って採集したところ、尻別川産放流魚は天然魚とほぼ同一時期に降海した。しかし、移殖された斜里川産魚は、これから30-40日も遅れて降海した。北海道西部の日本海沿岸では、サケ稚魚が4月上・中旬から沿岸生活を始め、5月下旬から6月上旬にかけて母川付近の沿岸から北上回遊するため分布量が急減し、6月中旬には消失する(真山他 1982, 1983; Mayama 1985)。サクラマス幼魚の降海時期は通常はサケより2-4週間遅れ、沿岸水温が8-10℃となる時である。そして、沿岸から離脱するのは水温が12-13℃となる時で、これはサケとほぼ同時期である。サクラマス幼魚の消長と水温との同様の関係は、北海道太平洋岸でも観察され(佐野・阿部 1967)、本州北部でも一般的な事象である(待鳥・加藤 1985)。

サケマス幼魚が沿岸から沖合に向かう引金となるものについて解明されていない。この時期は北海道日本海沿岸では、対馬暖流が北上を始める時期で(秦 1962)、融雪増水で一時低下していた塩分が高まり、サケ稚魚の沿岸帯での餌生物の量が減少する時でもある(関他 1984)。このような沿岸の物理環境条件や餌生物条件などの生育環境の悪化から逃避するようにサケ稚魚の沖合移動がこの時期に活発化することが知られている(Mayama 1985; 埴山 1986)。この時期を過ぎて降海したサケ稚魚の生残が極めて低いことは、低水温の河川水で発生の遅れていたふ化場で飼育用水を湧水に変えて放流時期が早まり回帰効率が改善されたいくつかの例(真山 未発表)からも示唆される。分布の南限に位置する日本では、サクラマス幼魚もサケ稚魚と同様の沖合移動様式を持つと考えられ、移殖された斜里川産魚の回帰効率の低かった最も大きな要因は、降海時期の遅れによる生残率の低下と考えられる。

一方、斜里川に移殖された尻別川産魚は、5月の放流時にすでにスモルト化しており、短期間のうちに降海したものと思われる。オホーツク海沿岸から流氷が去る時期は4月中・下旬で、5月中旬の水温は5℃前後(真山 1989)に過ぎず、本来の生息地での降海時に比較すると4—5℃低い。しかし、大量死亡を引き起こすほど低い水溫とは思われない。一方、地場の斜里川産サクラマスがスモルト化する6月中旬から7月上旬の沿岸水溫は8—11℃で、日本海沿岸での地場産魚の降海時の水溫とも一致し、両河川で差がない。

斜里川への移殖魚の回帰効率が低かった原因については、降海時期が早すぎたことだけでは十分な説明が出来ない。隣接した河川への移殖放流魚の回帰効率が低い(真山 1988b)のに、今回のような遠距離移殖で顕著に低かったことから、ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*) で移殖距離が遠くなるにつれ再捕率が低下した事例(Reisenbichler 1988)で示唆されていると同様に、生育環境の差の大きい遠距離間で移殖した時の放流後の環境不適合による生残率の低下と考えられた。

今回の放流試験では、移殖魚の河川回帰尾数が少なかったため、両河川で特に差の大きいことが知られている回帰魚の魚体サイズや産卵時期(真山 1989)を初めとする回帰様式の移殖による変化を明らかにすることは出来なかった。しかし、単に降海時から回帰時までの生残率のみならず、河川回帰親魚を人為管理下で催熟させた時の死亡率にも差が生じたことから、移殖魚の遺伝的不適合の一端が想起させられる。また、今回確かめられた系群間の幼魚の飼育時の成長様式の違いやスモルト化時期の違いは、吉田・梶塚(1984)も指摘しているが、飼育条件や放流後の自然条件下でも変化しないことからこれらへの遺伝的関与の強さも伺われる。

これらの結果はサクラマスの移殖による地場の固有資源への影響を危惧させる。少数ながら回帰した産卵親魚あるいは河川に残留した早熟雄魚が産卵行動に参加した時、例えば今回比較した斜里川と尻別川のように生物特性が大きく異なる場合(真山 1989)に、移殖先の固有資源の遺伝的特性を変質させるおそれがある。Calaprice(1969)の指摘するように、結果としては固有系統群の消滅や繁殖効率の低下に至ることも予想される。このため、サクラマスの資源増大にはその河川固有の系統群を基とすることが最も重要で、資源を涸渇させてしまったような河川に移殖する場合にも、効率を高めるためには移入先の河川を慎重に選択することが肝要である。

## 要 約

北海道東部オホーツク海沿岸の斜里川と西部日本海沿岸の尻別川の間でサクラマスの交換移殖放流試験を行い、移入先での降海行動と回帰効率を地場魚と比較検討した。

1. 移殖魚と地場魚はそれぞれのふ化場でスモルト期まで同一条件で飼育した後に、同時に河川放流した。この試験は2ヶ年にわたって反復して再現性を確かめた。
2. 尻別川で降海魚を定期的に採集した結果、地場産人工スモルトは天然魚とほぼ同じ5月中・下旬に降下したのに対し、移入した斜里川産スモルトはこれより約1ヶ月遅れた6月中・下旬になって降海した。
3. 沿岸での移殖魚の再捕率(推定降海尾数に対する再捕尾の比率)は、地場のそれに対して斜里川周辺沿岸で平均27.1%、尻別川周辺の沿岸で17.4%と低かった。
4. 河川での移殖魚の再捕率は、斜里川では地場魚の4.8%、尻別川では3.7%と、沿岸よりさらに低い値を示した。
5. 移殖魚の放流河川への回帰効率が低かった要因としては、他河川への迷入が認められなかったこと、そして沿岸での再捕率自体も低かったことから、放流後の生残率の低下と考えられた。その要因の一つとしてスモルト化時期の相違による不適環境域への降海移動も考えられたが、生活史全体での遺伝的不適合の結果であることが示唆された。
6. この試験結果から、サクラマス資源の増大のためには地場の固有資源を基にすることが最も効率的であ

ること、そして移殖に際しては在来群の遺伝特性の変質を避けるためにも慎重な検討により移入元河川を選択する必要性が指摘された。

## 文 献

- Asai, H. and G. Araya (1984) : Introduction into Aysen Chile of Pacific salmon No. 11 Observations on the Japanese cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) release trials with notes of a homing adult in the Simpson River. Japanese International Cooperation Agency.
- Bams, R. A. (1976) : Survival and propensity for homing as affected by presence or absence of locally adapted paternal genes in two transplanted populations of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **33**, 2716-2725.
- 栗倉輝彦・小島 博・杉若圭一・小川俊文 (1982) : サクラマスの寄生虫に関する研究-III 脊椎に寄生する粘液胞子虫 *Myxobolus* について. 道立孵化場研報, (37), 37-47.
- Calaprice, J. R. (1969) : Production and genetic factors in managed salmonid population. in "H. R. MacMilan lectures in fisheries, Symposium on salmon and trout in streams 1968", p. 377-388. Univ. British Columbia.
- Davidson, F. A. and S. J. Hutchinson (1938) : The geographic distribution and environmental limitations of the Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*). *Bull. U. S. Bur. Fish.*, XLVIII, 667-691.
- 秦 克己 (1962) : 北部日本海における輸送水量から見た海況変動. 日本海洋学会創立20周年記念論文集, 168-179.
- 帰山雅秀 (1986) : サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活に関する生態学的研究. さけ・ますふ研報, (40), 31-92.
- 久保達郎 (1980) : 北海道のサクラマス生活史に関する研究. さけ・ますふ研報, (34), 1-95.
- 待鳥精治・加藤史彦 (1985) : サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の産卵群と海洋生活. 北太平洋漁業国際委員会研報, (43), 1-118.
- Mayama, H. (1985) : Technical innovations in chum salmon enhancement with special reference to fry condition and timing of release. in "Proceedings of the eleventh U. S. -Japan meeting on aquaculture, salmon enhancement, Tokyo, Japan, October 19-20, 1982 (edited by C. J. Sindermann)", p 83-86. NOAA Tech. Rep. NMFS-27.
- 真山 紘 (1989) : サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の交換移殖試験. 1. 北海道オホーツク海沿岸の斜里川と日本海沿岸の尻別川のサクラマスの生物特性の比較. さけ・ますふ研報, (43), 79-97.
- 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—1985年における回帰—. 昭和60年度マリーナランチ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 (1988 a) : 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61年度マリーナランチ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 (1988 b) : 越冬前の秋季に放流されたサクラマス *Oncorhynchus masou* 標識魚のスモルト降海と親魚としての回帰. さけ・ますふ研報, (42), 21-36.
- 真山 紘・関 二郎・清水幾太郎 (1983) : 石狩川産サケの生態調査-II 1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. さけ・ますふ研報, (37), 1-22.

サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の交換移植試験—2

- 真山 紘・加藤 守・関 二郎・清水幾太郎 (1982) : 石狩川産サケの生態調査-I 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. さけ・ますふ研報, (36), 1-17.
- 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.
- Okazaki, T. (1982) : Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab.*, (19), 25-116.
- Okazaki, T. (1986) : Genetic variation and population structure in masu salmon *Oncorhynchus masou* of Japan. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **52** (8), 1365-1376.
- Reisenbichler, R. R. (1988) : Relation between distance transferred from natal stream and recovery rate for hatchery coho salmon. *North Am. J. Fish. Management*, **8**, 172-174.
- 佐野誠三・阿部進一 (1967) : サクラマス (*Oncorhynchus masou* Brevoort) の生態研究 釧路沿岸回遊幼魚について. さけ・ますふ研報, (21), 1-10.
- 関 二郎・真山 紘・清水幾太郎 (1984) : 石狩湾沿岸におけるサケ稚魚の餌料環境と食性について-1. —春季の沿岸部における餌料生物の水平分布—. さけ・ますふ研報, (38), 1-24.
- Stabell, O. B. (1984) : Homing and olfaction in salmonids : A critical review with special reference to the Atlantic salmon. *Biol. Rev.* **59**, 333-388.
- 徳井利信 (1969) : カナダへ移植したサクラマス. 魚と卵, (130), 3-7.
- 吉田文一・梶塚善弘 (1984) : 池中飼育サクラマスのスモルト化と再生産関連形質について. 昭和58年度マリールランチング計画プログレス・レポート サクラマス (4), 31-43. 北海道さけ・ますふ化場.