

サクラマス増殖技術の開発について - 新資源造成事業 (1984-96) の経過と結果 -

石黒武彦^{*1}・小野郁夫^{*1}・吉光昇二^{*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} 049-3117 北海道山越郡八雲町栄町94-2 さけ・ます資源管理センター渡島支所

キーワード: サクラマス, 技術開発, 新資源造成事業

はじめに

サクラマスは、サケと競合しない春季に沿岸漁業の対象となり、特に日本海沿岸では古くから春を代表する重要な漁業資源の一つとなっている。また、より高品質なさけ・ますを求める消費者のニーズもあり、市場価値が高く、その資源増大に対する期待は大きい。

サクラマスは、一生を河川で生活するものや1-2年間河川で生活し海へ下るものがあり、生まれて数ヶ月以内に海へ下るサケやカラフトマスと同じ方法で人工ふ化放流を行っても、河川及びその周辺の開発が進み、人口が密集した我が国の河川環境では大きな効果は望めない。

このため、サクラマス資源造成技術の開発が、昭和55(1980)年から開始された農林水産省のプロジェクト研究「マリーンランディング計画(近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究)」の中で進められ、河川生活期の大部分を人為的に管理し、スマルト(=降海型の1年魚)を大量に放流することが、その資源増大のために有効であることが確かめられた。この知見をもとに、昭和59(1984)年から北海道さけ・ますふ化場では「新資源造成事業」としてサクラマスのスマルト放流が本格的に開始された。

新資源造成事業は、スマルトの放流数を順次増加し、最終的に500万尾のスマルトを放流することにより、北海道のサクラマス漁獲量を開始当時の900トン水準(1979-1983年の平均)から、1970年代の1,500トン程度の水準(1970-1978年の平均)まで回復させることを目標とした(図1)。

しかし、新資源造成事業の開始と時期を同じくして策定された「さけ・ます増殖事業の展開方向(水産庁, 昭和60(1985)年1月)」には、さくらます・べにざけ等新資源の造成を図るため、さくらます・べにざけのスマルト化技

術の開発，稚魚の長期飼育技術とこれに伴う防疫対策技術の開発を図る必要がある，とされていることから，新資源造成事業は，単なる人工ふ化放流事業ではなく，サクラマスの飼育技術やスマルト生産技術等を実用化するための事業規模での技術開発が主目的であった．

平成9（1997）年10月に北海道さけ・ますふ化場がさけ・ます資源管理センターに改組したことに伴い新資源造成事業は平成8（1996）年度をもって終了し，以降，高品質なさけ・ます資源造成のための増殖技術の開発を目的に継続して実施している．

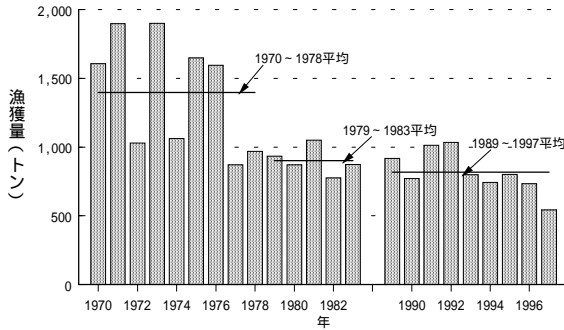


図1. 北海道におけるサクラマス漁獲量 (資料: 北海道立水産孵化場事業報告) .

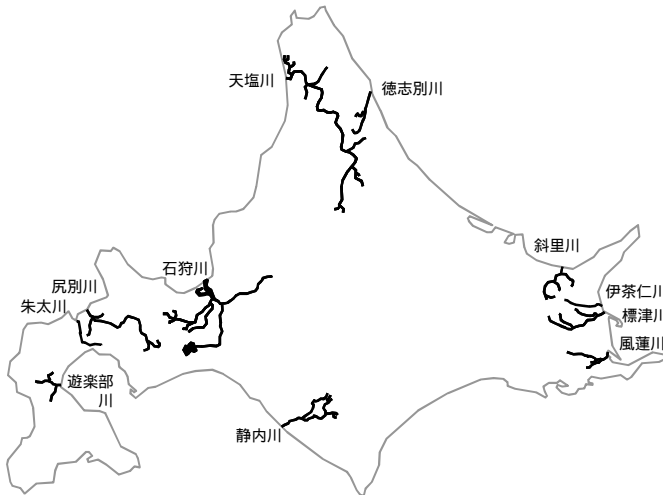


図2. 北海道における主なサクラマス増殖河川 .

ここでは、新資源造成事業で放流された標識魚の再捕結果を中心に、本事業で得られた知見を取りまとめ、今後のサクラマス増殖技術の開発の進め方を検討するものである。なお、本文に記載したサクラマス増殖河川は図2のとおりである。

標識魚の再捕結果から得られた増殖技術に関する知見

スモルト放流の効果 昭和54(1979)年級からのマリーンランシング計画、昭和58(1983)年級以降の新資源造成事業等で合計約550万尾のスモルトに鰭切除による標識が施され放流されている。ここでは、これら鰭切除標識の再捕結果に基づき、スモルト放流の効果を検討する。

放流河川と同じ河川あるいは隣接河川で採卵された群を継続的に放流した斜里、尻別、標津川系3河川の標識魚の再捕率を表1に示した。斜里川系では平成4(1992)、5(1993)年級に3%を超える高い再捕率が見られる。尻別川系については昭和61(1986)年級の1.88%をピークに減少傾向にあり、平成5(1993)年級では0.41%となっている。標津川系では昭和59(1984)、63(1988)年級で1%を超えているほかはいずれも1%以下となっている。各河川の平均再捕率は、斜里川で1.52%、尻別川で0.84%、標津川で0.63%となっている。

図3には尻別川における放流サイズ、放流時期、放流場所の違いによる再捕率を示した。これによると放流サイズでは20g以上で、放流時期では5月上旬までに、放流場所では尻別川支流目名川に放流したスモルトの再捕率が高くなっており、現在の尻別川のスモルト放流はこの結果に基づき行われている。しかし、この結果は尻別川支流目名川の結果であり、各放流河川の生育環境に適した放流手法の開発が必要である。現在も、放流時期、場所、サイズ等を変えて標識を施し、各河川の放流手法の開発が進められている。

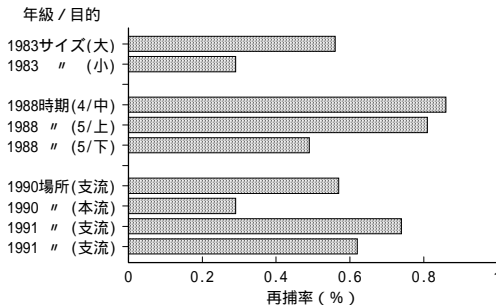


図3. 尻別川における放流サイズ、時期、場所の違いによるスモルト放流標識魚の再捕率の比較。

表1. スモルト放流標識魚の再捕数及び再捕率．再捕率は放流数に対する放流河川及び河口隣接海域への回帰親魚の割合．

(斜里川系)

年級	放流数(尾)	回帰年	再捕数(尾)	再捕率(%)
1983	57,000	1986	787	1.38
1984	52,000	1987	389	0.75
1985	52,300	1987	383	0.73
1986	88,800	1989	687	0.77
1987	102,900	1990	1,593	1.55
1988	11,300	1991	300	2.65
1989	73,500	1992	767	1.04
1991	57,700	1994	570	0.99
1992	92,400	1995	2,788	3.02
1993	51,200	1996	1,582	3.09
1994	50,800	1997	609	1.20
平均	62,718		950	1.52

(尻別川系)

年級	放流数(尾)	回帰年	再捕数(尾)	再捕率(%)
1979	73,000	1982	857	1.17
1981	56,000	1987	261	0.47
1982	101,200	1987	781	0.77
1984	28,000	1987	153	0.55
1985	54,000	1988	83	0.15
1986	158,900	1989	2,981	1.88
1987	186,000	1990	1,855	1.00
1989	134,200	1992	670	0.50
1990	104,800	1993	597	0.57
1991	154,000	1994	1,044	0.68
1992	34,400	1995	80	0.23
1993	71,300	1996	290	0.41
平均	96,317		804	0.84

(標津川系)

年級	放流数(尾)	回帰年	再捕数(尾)	再捕率(%)
1984	96,100	1987	1,006	1.05
1984	57,000	1987	190	0.33
1985	82,000	1988	283	0.35
1985	56,000	1988	292	0.52
1986	75,000	1989	379	0.51
1987	97,000	1990	349	0.36
1988	93,600	1991	1,595	1.70
1989	93,700	1992	102	0.11
1989	78,900	1992	337	0.43
1990	171,100	1993	1,105	0.65
平均	90,040		564	0.63

秋放流の効果 秋放流 (= 越冬期前の秋季に0年魚を放流すること) は, 昭和57 (1982) 年に尻別川で開始され, これまでに合計約340万尾の鱈切除標識幼魚が放流されている. ここでは, これら鱈切除標識の再捕結果に基づき, 同一年級のスモルト放流標識魚の再捕率と比較した.

表2では, 捕獲場所の変更がなく (斜里川の場合は変更前までの結果) かつ捕獲場所の上流でサクラマスの放流を行っている河川を対象に, 鱈切除した秋放流幼魚の再捕率と同一年級のスモルト放流標識魚の再捕率を示した.

平成元 (1989) 年級のスモルト放流魚を除き, 秋放流魚の再捕率がスモルト放流魚のそれを大幅に下回っており, 秋放流魚の平均再捕率は0.29%であり, スモルト放流魚の0.93%の約1/3以下となっている.

しかし, 昭和59 (1984) 年級の朱太川へ放流した秋放流魚の再捕率は1.10%を記録して (表3) おり, 尻別川へのスモルト放流魚の再捕率 (昭和54 (1979) 年級1.17%, 昭和61 (1986) 年級1.88%, 昭和62 (1987) 年級1.00%) に匹敵する高い値となっている.

表2. 秋放流とスモルト放流標識魚の再捕数及び再捕率. の斜里川には隣接河川を含む. 天塩川は秋放流を実施した支流では捕獲していないため沿岸のみを, 石狩川は河口周辺の沿岸での漁獲はほとんどなく調査を行っていないため河川のみを示した.

放流河川	年級	放流数(尾)			再捕数(尾)		再捕率(%)	
		秋幼魚	スモルト	回帰年	秋幼魚	スモルト	秋幼魚	スモルト
斜里	1987	96,600	102,900	1990	534	1,593	0.55	1.55
斜里	1988	97,700	11,300	1991	592	300	0.61	2.65
斜里	1989	3,600	73,500	1992	92	767	2.56	1.04
天塩	1992	48,000	97,800	1995	36	418	0.08	0.43
天塩	1993	92,200	84,900	1996	40	104	0.04	0.12
石狩	1992	70,800	47,000	1995	57	199	0.08	0.42
石狩	1993	60,000	52,700	1996	101	316	0.17	0.60
石狩	1994	75,000	47,000	1997	78	141	0.10	0.30
尻別	1981	54,000	56,000	1984	95	261	0.18	0.47
尻別	1986	96,700	158,900	1989	538	2,981	0.56	1.88
尻別	1987	100,000	186,000	1990	483	1,855	0.48	1.00
尻別	1989	111,200	134,200	1992	232	670	0.21	0.50
標津	1987	85,000	97,000	1990	114	349	0.13	0.36
標津	1988	72,600	93,600	1991	202	1,595	0.28	1.70
風蓮	1988	29,900	30,000	1991	140	706	0.47	2.35
風蓮	1989	20,800	30,000	1992	6	6	0.03	0.02
風蓮	1990	51,000	20,000	1993	7	28	0.01	0.14
平均		68,535	77,812		197	723	0.29	0.93

表3. 朱太川における秋放流標識魚の再捕数及び再捕率.

放流河川	年級	放流数(尾)	回帰年	再捕数(尾)	再捕率(%)
朱太	1984	135,000	1987	1,487	1.10
朱太	1987	98,900	1990	543	0.55

眞山 (1992) は、秋放流の手法について、広域的に分散可能な場所、例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ある程度まとまった数量を放流することが望ましい効果を期待できると述べるとともに、秋放流は、優れた越冬環境を持つ河川、例えばこれまで増殖河川としてあまり利用価値がないと見られてきた湿原河川などが効果的としている。

放流場所の違いによる秋放流の効果と比較するための鱒切除標識放流が天塩川の1993年級群で行われており、その回帰親魚の沿岸での再捕率を図4に示した。天塩川では支流パンケナイ川をそ上し中川事業所 (図5) の飼育池に回帰した親魚を捕獲しているため、他の支流にそ上した標識魚を確認できない

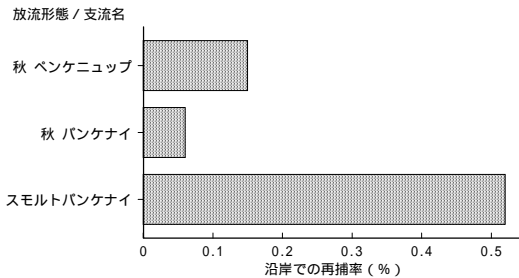


図4. 放流場所の違いによる秋放流標識魚の沿岸再捕率の比較。

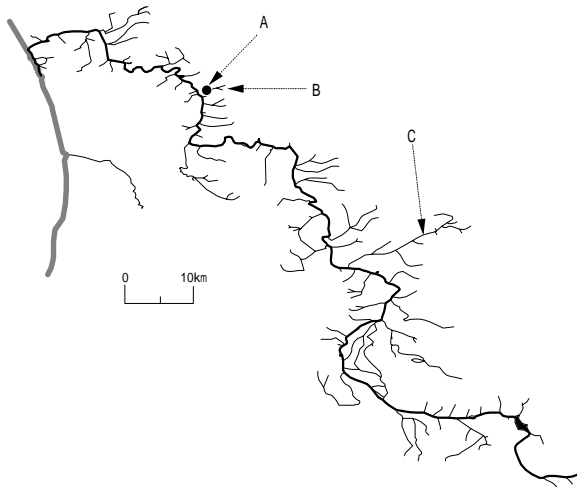


図5. 天塩川のふ化場及び秋放流場所の位置。図中の A は中川事業所、B は支流パンケナイ川、C は支流ベンケニューブ川を示す。

ことから、沿岸での鱭切除標識魚の確認調査を実施した。

この結果では、同じ秋放流でも支流のペンケニューップ川（図5）に放流された標識魚は支流パンケナイ川と比較して2.5倍多く沿岸で漁獲されていると推定された。流域面積、流程ともペンケニューップ川（224.5 km², 33.5 km）がパンケナイ川（23.7km², 8.8km）を上回っており、また、ペンケニューップ川の方が越冬場所に適した環境が多いことから、河川環境の条件がより整っていると考えられるペンケニューップ川への放流魚の方が、回帰効率が高いことが示唆されている（奈良ら1997）。

以上のように、秋放流は越冬のための河川環境が整っていれば資源造成上有効な手段と考えられるものの、現在までのところその平均再捕率はスマルトの1/3に留まっていること、また、秋放流は河川での越冬場所を考慮して支流に分散放流するケースが多く、回帰親魚を確保しづらいことなどを考慮すれば、安定した人工ふ化放流を行うためには、秋放流を主体にすることは適当でないと判断される。

稚魚放流の効果 稚魚放流（＝生まれた翌年春に0年魚を放流すること）については、ふ化場から出来るだけ数多くの支流に分けて放流する「分散放流」で行われているが、ほとんどの河川でその効果は見られていない。稚魚放流の効果について、眞山（1992）は、尻別川支流目名川での調査結果に基づき、稚魚放流魚はスマルト放流魚の再捕率の1/10程度に留まると推定している。しかし、これは周年幼稚魚の釣りが禁止されている目名川での調査結果であり、年々遊漁人口が増加していると言われている現状では、他河川の再捕率は目名川のそれを大幅に下回することは容易に想像できる。

標津川では、昭和63（1988）年級の秋放流魚及びスマルト放流魚の全数に鱭切除標識を施し、稚魚放流を行わなかったにもかかわらず、標識魚が回帰した平成3（1991）年の標識魚確認調査では全調査数の65.9%にあたる無標識魚が確認された（表4）。この無標識魚は天然産卵の稚魚に由来するものと考えられ、現在のサクラマス資源に占める天然産卵のウエイトが比較的高いこと、人工ふ化放流においては天然産卵の幼稚魚との関係も考慮する必要があることを示唆している。

表4. 標津地区1988年級群標識魚の再捕率（％）。

無標識 (天然魚)	左腹鱭 (スマルト放流)	右腹鱭 (秋放流)	合計
65.7	29.4	4.9	100

以上のことから、稚魚放流はスモルト放流や秋放流と比較して資源を増大する手段として劣るものの、飼育期間が短く、魚病が発生した場合に放流ができなくなるなどのリスクが低いことから、資源造成する上では稚魚放流を組み合わせることも有効な方法である。しかし、その場合には、河川の環境条件や天然産卵幼稚魚との関係を考慮した適正な放流を行う必要があると考えている。

サクラマスの稚魚の適正放流量について眞山(1992)は、越冬場、休息場、待避場としての機能が近年どの河川でも急激に低下しており、このような状況下で一律に適正な放流密度を当てはめることは現実的ではなく、河川の環境条件を念頭において放流試験を行い、降海量あるいは回帰親魚量との関係から適正放流量を把握する必要があるとしている。これまで稚魚の大量標識が困難なことなどから、稚魚放流ではほとんど標識が行われていない。しかしながら、近年、耳石温度標識により稚魚の大量標識が可能となってきたことから、これにより各河川の適正放流量等を把握することが可能になるものと期待している。

移殖放流の効果 図6にはいままでに行われた移殖放流魚の河川再捕率を示すとともに、同一年級の河川固有群放流魚の河川再捕率と比較した。昭和59(1984)、60(1985)年級の尻別川系と斜里川系との交換移殖試験では、いずれ

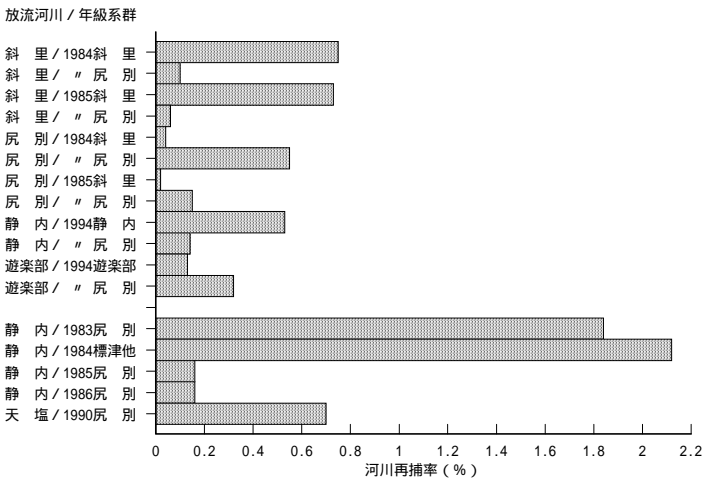


図6. 河川固有群と移殖群スモルト放流標識魚の河川再捕率の比較。

の場合も固有群の河川再捕率に比較して極めて低いことが確かめられた。真山 (1992) はその最も大きな要因として降海時期の遅れによる生残率の低下とし、降海時期の遅れが強い遺伝的支配を受けていることを指摘している。

この結果に基づきその後長距離の移殖は行われていないが、河川固有群がほとんど無かった遊楽部川、静内川などに尻別川系及び標津川系の種卵が移殖され、その回帰が認められているものもある。これら移殖群が放流された河川の標識魚の河川再捕率 (図6) をみると、遊楽部川への尻別川系群の移殖を除き、河川固有群あるいは回帰した移殖群親魚からの採卵群が移殖群を上回る回帰を示している。

真山 (1992) は、サクラマス資源の増大にはその河川固有系群を基にすることが最も重要で、複雑な生活史を持つ本種の場合、それぞれの地方の生育環境に適応した河川固有系群を保存することは将来の増殖事業の効率的な展開のためにはきわめて重要である。そして、資源を枯渇させてしまった河川に移殖する場合には、上記のことを考慮に入れるとともに効率を高めるために移殖元の河川を慎重に選択することが肝要であるとしている。このため、現在 我が国主要河川の固有群の特性を把握するための調査が行われており、この調査結果に基づき主要河川の固有群保全等のための増殖技術の改良や資源が減少あるいは枯渇してしまった河川への移殖に備える必要があると考えている。

新資源造成事業の実績及び知見と今後の課題

放流数 北海道におけるそ上系サクラマス放流数を図7に示した。

サクラマスは種卵確保状況により年変動があるものの、昭和36-40 (1961-1965) 年級、昭和56-61 (1981-1986) 年級を除き500万尾以上が放流されており、近年では、600-900万尾が放流されている。

新資源造成事業を開始した昭和58 (1983) 年級群からの稚魚、秋幼魚、スモルトの放流数の内訳を図8に示した。スモルトの放流数は専用施設整備などにより増加し、近年では90-100万尾の放流数となっている。秋幼魚の放流は、朱太川での1989年級標識魚の再捕率が1.10%と高い値を示し、新たな放流手法として注目されたこと、当時の尻別川での回帰が順調で、種苗の増産が可能であったこと、サケ稚魚を放流した後の春から秋の期間に飼育池を有効活用でき、新たな施設を整備することなく増産できることなどから、昭和63 (1988) 年級以降増加し、近年では180-200万尾となっている。

一方、稚魚放流数は、親魚の捕獲数が変動するため採卵された種卵から幼魚生産に移行する数を除いたものを稚魚放流に向けていることなどから、そ

の年級の親魚及び種卵の確保状況によって変動している。

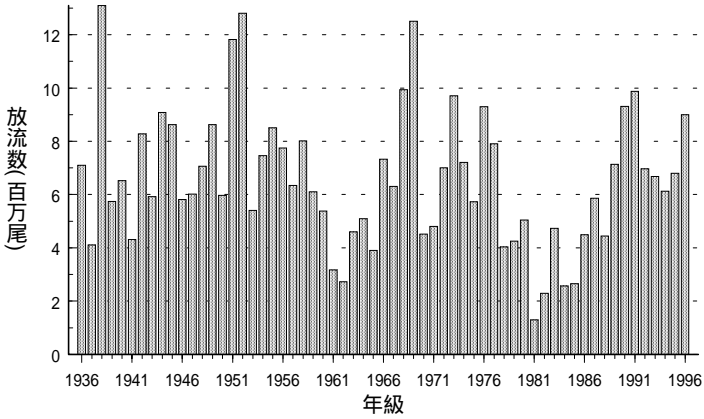


図7. 北海道におけるサクラマス放流数. 1983年級からスマルト及び秋放流を含む。

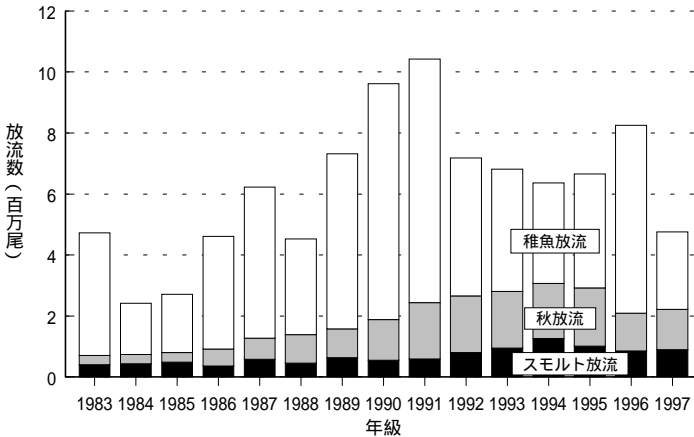


図8. 北海道における放流形態別のサクラマス放流数。

沿岸漁獲量と河川捕獲数 近年の北海道におけるサクラマス漁獲量は平均で818トン(図1)であり,新資源造成事業が開始された時点とほぼ同じ水準で推移している.この原因としては,そ上系種卵の確保が安定していないことなどから目標通りの事業展開ができなかったことなどが考えられるが,河川捕獲数(図9)では,近年,1970年代の水準まで回復しており,この事業により資源が維持されているものと考えている.

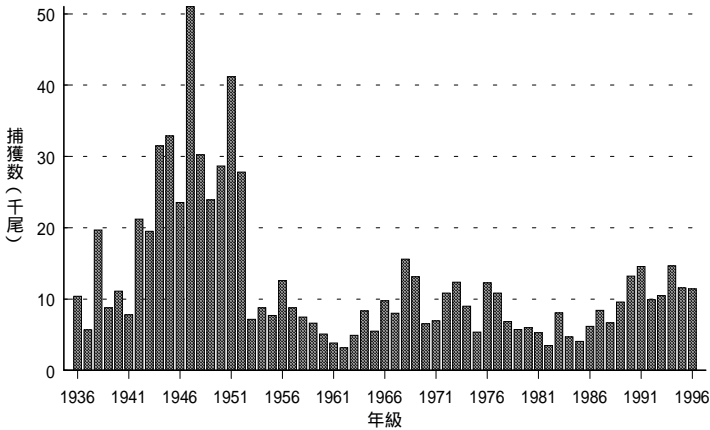


図9. 北海道におけるサクラマス河川捕獲数.

捕獲方法 河川に回帰したサクラマスは春から初夏に未成熟な状態で捕獲されることから,成熟する秋まで人為的に管理する必要があり,安定的に種卵を確保するためには,捕獲蓄養技術の改善が大きな課題であった.

そこで,代表的なサクラマス増殖河川である尻別,斜里及び標津川の雌親魚の使用率(雌親魚捕獲数に対する採卵に使用した親魚の割合)などからそれら技術について検討した.3河川の放流場所,捕獲場所を図10に示した.

尻別川では支流目名川に捕獲場が設置されている.ここでは9月上旬-中旬に大部分のものがほぼ成熟した状態で捕獲されるため,蓄養期間が短く斃死も少ないことから90%以上の高い使用率となっている(図11).

斜里川では,河口から0.5 kmの場所で4-7月の時期に未成熟な状態で捕獲している.

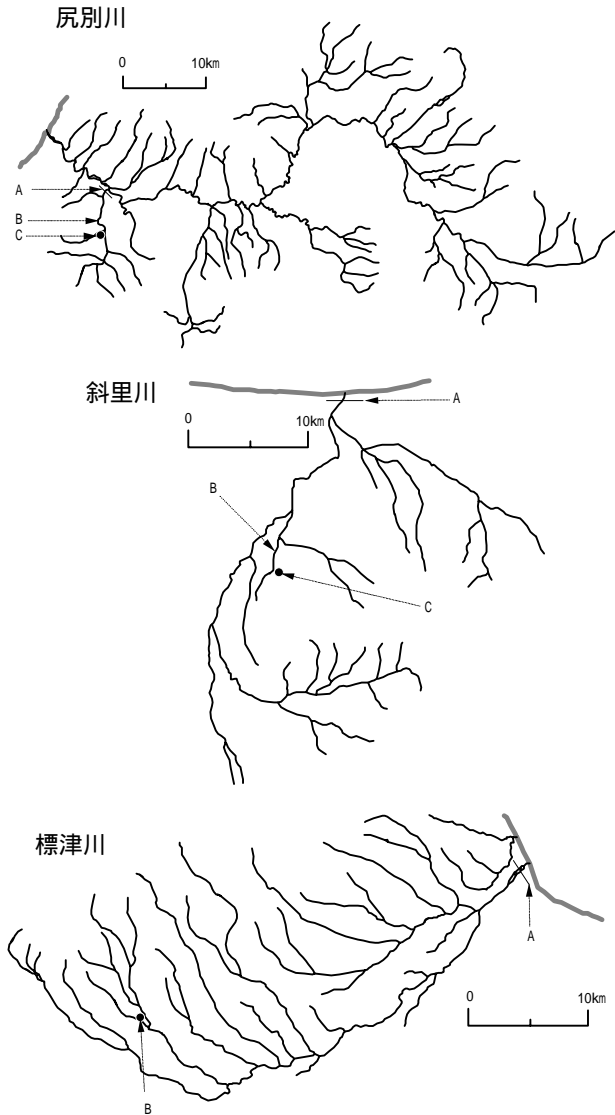


図10. 尻別川, 斜里川及び標津川の捕獲場, ふ化場及び放流場所の位置. 尻別川河川図中の A は捕獲場, B は支流目名川, C は尻別事業所蘭越施設を示す. 斜里川河川図中の A は捕獲場, B は支流江鷲川, C は斜里事業所を示す. 標津川河川図中の A は捕獲場. B は中標津事業所を示す.

マリンランシング計画で調査が行われていた昭和55-63(1980-1988)年には、捕獲親魚の輸送用トラックへの積み込み等の扱いや蓄養管理の徹底などにより80%程度の使用率であったが、その後、親魚の扱いの煩雑さからかその扱いも悪化したものと思われ、平成2-3(1990-91)年頃には10-20%まで使用率が低下した。このような状態を改善するため、平成6(1994)年からサクラマスの捕獲を支流江鳶川にある斜里事業所に移転し、ほぼ成熟した状態で捕獲するようになり、100%近い使用率となっている(図11)。

標津川の使用率は年により変動しており、100%近い年もあれば低いときは40%を下回る年もある(図11)。標津川では4月に河口から2 km 上流に捕獲施設を設置するが、そ上したサクラマスは捕獲場下の河川内に止め、7月から捕獲して陸上池で湧水系の用水で蓄養している。7月にはすでにカラフトマスのそ上も始まっており、捕獲時の親魚の扱いや河川内で止められる間の河川環境が親魚の蓄養に影響し、使用率の年変動に現れているものと思われる。

以上のことから、春に河川にそ上した親魚が成熟まで生息できる河川環境が整っていれば、ほぼ成熟した状態で親魚を捕獲できることが望ましく、安定的にサクラマス種卵を確保するためには、スマルト化した場所に回帰するサクラマスの強い回帰特性を利用して、スマルトを放流した飼育池で捕獲すること、あるいは、河川上流の支流にサクラマスを放流し、その支流で捕獲することが望ましい。

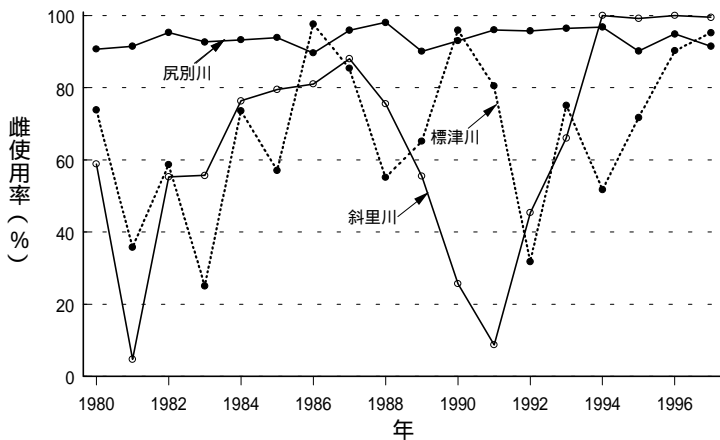


図11. 斜里川、尻別川及び標津川のサクラマス雌親魚の使用率。

専用施設の整備 新資源造成事業が開始された昭和59(1984)年当時はサケのふ化放流施設を使用していたが、1年以上の長期間飼育を行うため主に防疫対策上の観点から専用施設が整備されてきた。サクラマス専用施設は、昭和62(1987) - 平成8(1996)年度に6箇所が整備されている(表5)。専用施設の特徴としては、施設出入りに消毒液を入れるための踏み込み槽を設置していること、卵はヨード剤で消毒された発眼卵を養魚池に収容するため原則としてふ化室がないこと、稚魚と幼魚の飼育池が分離されていること、飼育池にも上屋が設置されていること、施設出入りに水中作業着衣(合羽、長靴等)を着替えるための更衣室が設置されていることなどである。このほか、平成9(1997)年度の尻別事業所(島牧)の整備では水槽による稚魚飼育方式が採用されており、万一魚病が発生した場合には水槽単位で処分することができ、魚病による被害を最少限に食い止められるようになっている。このように施設面においても改善を図ってきているものの、依然として魚病の発生が報告されるほか、なわばりを作るサクラマス幼稚魚の生態から飼育魚に鱗の欠損が生じるなど課題は多く残っている。このため、幼魚飼育技術の向上を図る一方、施設面でも更に改善を加える必要があるものと考えられ、今後の施設面での対策としては、給餌や池清掃等の作業効率落ちてても万一の魚病の発生に備えて少ない単位で飼育できる幼魚飼育池やより河川の生息環境に近い条件を再現し、幼稚魚の河川生態に合った幼魚飼育池が求められている。

表5. さけ・ます資源管理センターにおけるサクラマス専用施設の概況。

事業所名	稚魚 生産規模	幼魚 生産規模
千歳	1.35m × 5.00m × 8面 54.00㎡	3.60m × 20.00m × 4面 288.00㎡
天塩	1.68m × 10.20m × 4面 68.54㎡	-
八雲	1.65m × 6.30m × 6面 62.37㎡	3.60m × 15.80m × 6面 341.28㎡
徳志別	1.65m × 9.00m × 8面 118.80㎡	1.65m × 20.00m × 8面 3.60m × 20.00m × 4面 552.00㎡
尻別(蘭越)	-	3.60m × 19.00m × 4面 273.60㎡
尻別(島牧)	0.65m × 3.41m × 32面 70.93㎡	3.60m × 15.00m × 6面 324.00㎡

まとめ

昭和59(1984)年から「新資源造成事業」としてサクラマスのスモルト放流を開始し、サクラマス稚魚を更に1年間飼育し、人為的な成長コントロールにより効率的にスモルトを生産し、放流するための技術開発を実施してきた。その結果、サクラマススモルト放流では、秋放流と比較して3倍、稚魚放流と比較して10倍強も再捕率が高いこと、スモルト化した場所に回帰する習性を利用し親魚及び卵を確保しやすいことなどの知見が得られた。しかしながら、飼育には多くの水と池が必要であること、長期飼育に伴い病気に罹る機会が多いことから専用施設の整備が必要なことなど、技術的、経済的な課題もある。

一方、サクラマス幼魚を越冬期前の10月頃に河川に放流する秋放流については、越冬のための河川環境が整った河川では有効な手段であることが確かめられ、また、サケやカラフトマスの飼育と競合しないことからこれら施設を利用することができ、経済的にはスモルト放流と比較してメリットがある。しかしながら、スモルト化した場所に回帰する習性を利用してふ化場で親魚を捕獲できるスモルト放流と比較して、親魚及び種卵を確保しづらいことも考慮する必要がある。

稚魚放流については、稚魚の大量標識が困難なことからその効果はほとんど明らかにされていないが、河川環境等の条件が整っている尻別川支流目名川の調査では、その効果をスモルト放流の1/10と推定している。しかしながら、河川の生産力を有効に利用する経済的な放流手法であり、河川環境等の条件を考慮した適正な放流技術の開発を進める必要がある。

このように、「新資源造成事業」によって、サクラマス資源増大に向けて多くの知見を得られるとともに、多くの課題も明らかとなった。これまでに得られた知見から、サクラマス資源を安定的に増大させるための人工ふ化放流は、天然産卵の幼稚魚との共存を図り、人工ふ化放流に必要な種卵を安定的に確保するためのスモルト放流を行うとともに、河川環境等に応じて秋放流及び稚魚放流を組み合わせることが重要と考えられる。

今後の課題としては、サクラマスの降海時期や成長パターンが系群毎に異なることが明らかになりつつあり、地域の環境にあった飼育方法や放流方法を引き続き検討すること、リボntag及び鱸切除による標識、新たな大量標識手法である耳石温度標識を組み合わせ、河川及び海洋生活期全体のサクラマス生活史に関する調査を実施し、各河川毎の適正放流量等を検討すること、河川固有群を維持しつつ、資源が枯渇した河川については、その河川に適合した系群の移殖等により資源回復方策を検討することなどが考えら

れ，サクラマス資源の造成のため，これら課題の解決に向けて引き続き調査研究，技術開発を進めていくことが重要である．

謝辞

新資源造成事業の経過と結果を取りまとめるに当たりこれまで本事業に携わった諸先輩方，特に，経験や知見が少なかった長期飼育やスモルト化技術の開発で苦労された事業所職員に敬意を表したい．また，本稿作成に当たりご助力とご指導を頂いたさけ・ます資源管理センターの眞山生物生態研究室長，大熊主任研究官，野川技術指導官，梅田増殖管理課長補佐及び水産庁資源生産推進部栽培養殖課奈良課長補佐に厚く感謝申し上げます．

引用文献

- 廣井 修. 1989. 海洋牧場. マリーナランチング計画 (農林水産技術会議事務局編), 恒星社厚生閣, 東京. pp. 60-109.
- 眞山 紘. 1992. サクラマス *Oncorhynchus masou* (Walbaum) の淡水域生活および資源培養に関する研究. さけ・ますふ研報, 46: 1-156.
- 奈良和俊・松本雅彦・大端 孝・福澤博明・伊藤二美男・渡邊 伸・羅津三則. 1997. 北海道北部の天塩川におけるサクラマス幼魚の効果的な放流方法の検討. 魚と卵, 166: 1-11.