

北海道胆振管内で生産されたサクラマス 0+スモルト標識放流試験

藤原 真・竹内 勝巳・佐々木義隆・宮腰 靖之

Release Experiment of Tagged Age-0 Masu Salmon Smolts Reared in the Iburi Region, Hokkaido

Makoto Fujiwara^{*1}, Katsumi Takeuchi^{*1}, Yoshitaka Sasaki^{*1}
and Yasuyuki Miyakoshi^{*1}

Abstract In Hokkaido, juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) smoltify after 1-3 years' freshwater life. At the Mori Research Branch of the Hokkaido Fish Hatchery, age-0 masu salmon smolts can be produced under accelerated rearing conditions using warm water during winter, and recoveries of age-0 smolts were reported. However, the rearing conditions were not usual, and it was thought difficult to produce age-0 smolts in the other hatcheries. A private hatchery, the Kesen Dai-ichi Hatchery, in the Iburi region, has spring water with water temperature of 10-11 °C during winter. From 1994 to 2005, age-0 masu salmon smolts were produced experimentally in the Kesen Dai-ichi Hatchery and released at the Date fishing port. The fish released were recovered by commercial and recreational fisheries in the coastal areas of Hokkaido, and the mean recapture rates were 0.18% (range: 0.01-0.72 %). This study showed that age-0 masu salmon smolts can be produced in a private hatchery if warm water is available during winter. To produce age-0 smolts at the optimum release timing, a proper control of fish growth must be examined considering the rearing conditions at the hatchery.

Key words : サクラマス, 0+スモルト, 胆振, リボンタグ

北海道日本海側およびりも以西太平洋側の重要な漁業資源であるサクラマス (*Oncorhynchus masou*) の増殖のため, 1980年代以降, スモルトおよび秋幼魚を対象とする大型幼魚放流の技術開発が進められてきた(真山,1992)。スモルト放流は春稚魚, 秋幼魚放流と比べて放流効果は高いものの, 飼育期間が1年半と長く, 飼育コストが高いことがその短所として挙げられる。

北海道立水産孵化場森支場(現道南支場森試験池)で1965年以降継代飼育されてきたサクラマスは, 0+でスモルト化し, 1+で成熟するという生活史を持つ(新谷,1982)。この特異な成熟様式の獲得は成長の良好な個体を選抜育種してきたことが一因とも考えられるが, むしろ冬期間でも13°C前後の湧水で幼魚の成長を促進できる飼育環境が, より大きく影響したものと考えられている。0+スモルトの生産は飼育期間が1+スモルト

^{*1} 北海道立水産孵化場 (Hokkaido Fish Hatchery, Kitakashiwagi 3-373, Eniwa, Hokkaido 061-1433, Japan)

よりも約1年間短いことから生産効率の面で優れているため、事業化に向けた試験放流が1980年代から実施されてきた。当初はスマルト化率や出現時期の問題から効果的な結果は得られなかった。しかし、1990年代以降は5～6月に北海道南部から放流することにより、高い放流効果がみられている (Miyakoshi *et al.* 2002)。

このように、0+スマルト放流はサクラマス資源造成に一定の役割を果たし得ると期待されたが、0+スマルトの生産には冬期間でも高水温の飼育用水が必要とされることから、森支場以外での実施は難しいと考えられていた。そこで冬期間でも水温が比較的高い湧水を使用している気仙第一ふ化場 (胆振管内伊達市) において1994年から2005年まで0+スマルトの生産を試みるとともにその放流効果を明らかにするために標識放流を実施した。本報告では気仙第一ふ化場での13年間にわたるサクラマス0+スマルトの養成経過および放流試験の結果を取りまとめて報告する。なお、養成過程の詳細部分については2001年、2002年、2004年放流群に限り報告する。

材料および方法

0+スマルトの生産は胆振管内伊達市にある気仙第一ふ化場で実施した (Fig. 1)。同ふ化場は気仙川水系に立地し、湧水を飼育用水とする。冬期間の水温は10～11°C、用水量は約900L/分である。同ふ化場は養魚池4面 (83.2m²) と飼育池2面 (75.9m²) を有する。

0+スマルトの生産に用いた種卵は北海道立水産孵化場森支場から移入した。1994年から2004年までの試験放流では森支場で長年継代飼育した池産種苗 (新谷, 1982; 以下, 森池産系と記す) を用いた。0+スマルトの養成のためには、幼魚の成長を促進させる必要があることから1994年～2002年の試験放流には、森支場の屋内の飼育池で光周期を調整して早期に採卵 (7月30日～8月31日) した種卵を用いた。しかし、スマルト化時期が早すぎる年もみられたことから、2003～2004年の試験放流では自然日長下で成熟した親魚から採卵 (9月3日～9月5日) した種卵を用いた。これらの種卵を発眼卵で森支場から気仙第一ふ化場へ輸送し、0+スマルト生産を行った。なお、1994年の試験放流では、森支場から稚魚 (平均尾叉長7.1cm, 平均体重3.7 g) 8万尾を輸送した後、気仙第一ふ化場で放流まで飼育した。

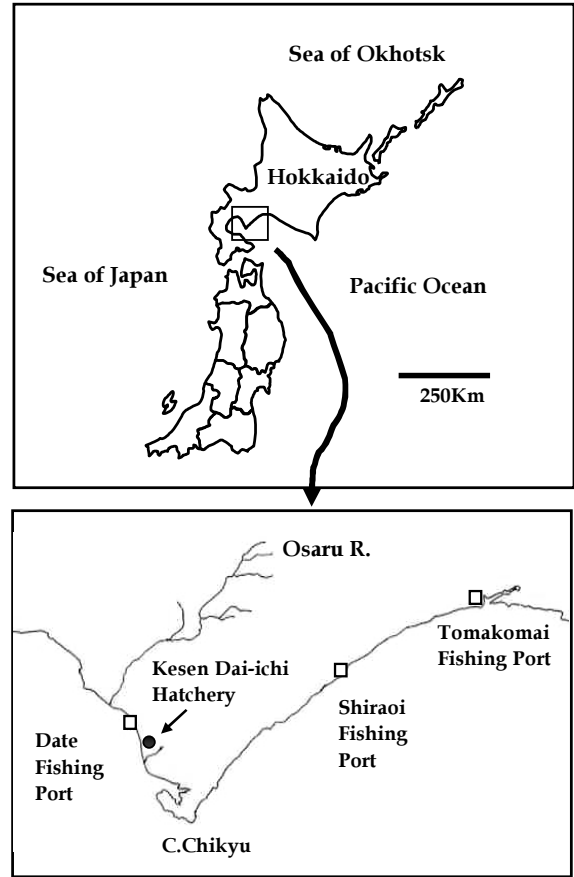


Fig. 1 Map of the Iburu region, Hokkaido. The circle (●) indicates the hatchery where age-0 masu salmon smolts were reared, and squares (□) the fishing ports where age-0 smolts were released.

2005～2006年の試験放流では、尻別川に遡上した親魚に由来し森支場で継代した池産種苗 (以下, 森池産尻別系と記す) を用いた。これについては自然日長下で成熟した親魚から採卵 (9月7日～9月10日) した種卵を発眼卵で気仙第一ふ化場へ輸送して、0+スマルト生産に用いた。

飼育期間中、概ね月末に魚体 (尾叉長, 体重) 測定を実施した。2001年放流群, 2002年放流群, 2004年放流群については2月下旬から3月上旬と5月下旬の2回, 魚体測定時に相の判定を行った。判定は久保 (1974) に従い, 早熟雄 (dark parr), 未分化パー (parr), 銀毛パー (silvery parr), 前期スマルト (pre-smolt), 中期スマルト (mid-smolt) および後期スマルト (post-smolt) に区分した。

えりも以西太平洋側河川におけるスマルトの降河時期は、三石川では5月下旬にその盛期がある (大野,

1933)。従って、5月下旬から6月上旬に0+スマルトを生産、放流することを目標とし、5月下旬以降、スマルトを選別して放流を実施した。スマルトには背鰭基底部にリボンタグを装着し、伊達漁港、苫小牧漁港、白老漁港に輸送した後、放流した（藤原，2007）。ここで報告する伊達漁港からの放流は、伊達市温水養殖センターにおいて海水に馴致した後、漁港沖約3kmへ輸送して行った。

なお、1998～1999年および2006年に放流する予定であった1997～1998年級群および2005年級群は飼育過程においてIHN（伝染性造血器壊死症）が発症したため、放流を取り止めて全数を取り上げ処分した。1999年級群については施設消毒の効果確認のため、少数の幼魚を飼育してIHNが発症しないことを確認するとどめ、放流は実施しなかった。

標識魚の再捕結果は、漁業者、遊漁者から受けた再捕報告の他、北海道の日本海側およびえりも以西太平洋側の各市場で実施した標識魚調査（宮腰，2006）、えりも町および釧路町での定置網に乗網したサクラマス幼魚の生態調査（真野，1996；三坂・真野，2000）において得られた情報も合わせて取りまとめた。

結 果

スマルト生産

気仙第一ふ化場における0+スマルトの生産尾数、放流尾数を Table 1 に示した。発眼卵から放流までの0+スマルトの生産率は平均60%（26～83%）であり、2004年放流群（2003年級群）の生産率は8割を超える高い数値となった。放流月日は年によって異なったが、

Table 1 Summary of age-0 masu salmon smolts reared at the Kesen Dai-ichi Hatchery

Release year	Date of egg fertilization	Return year	Strain	Initial number of eggs	Number of age-0 smolts raised	Egg-to-smolt survival (%)	Release date	Number of age-0 smolts released from the Date port	Mean fork length at release (cm)	Mean weight at release (g)
1994	3 Aug. 1993* ¹	1995	Captive brood stock (Mori)* ²	80,000	34,636	0.43	16 Jun.	14,000	—	22.0
							27 Jun.	6,000	—	32.0
1995	4 Aug. 1994* ¹	1996	Captive brood stock (Mori)* ²	50,000	35,500	0.71	31 May	16,000	—	32.0
							14 Jun.	12,000	—	32.0
1996	31 Aug. 1995* ¹	1997	Captive brood stock (Mori)* ²	80,000	43,420	0.54	31 May	13,500	14.2	31.7
							18 Jun.	11,000	—	—
1997	12 Aug. 1996* ¹	1998	Captive brood stock (Mori)* ²	60,000	34,400	0.57	28 May	10,400	15.0	31.3
							17 Jun.	14,000	16.3	40.7
—	6 Aug. 1997* ¹	—	Captive brood stock (Mori)* ²	80,000	—	—	—	0	—	—
—	7 Aug. 1998* ¹	—	Captive brood stock (Mori)* ²	50,000	—	—	—	0	—	—
—	27 Aug. 1999* ¹	—	Captive brood stock (Mori)* ²	5,000	—	—	—	0	—	—
2001	8 Aug. 2000* ¹	2002	Captive brood stock (Mori)* ²	25,000	17,000	0.68	4 Jun.	12,789	15.8	42.8
2002	30 Jul. 2001* ¹	2003	Captive brood stock (Mori)* ²	37,000	19,036	0.51	4 Jun.	18,836	14.6	37.8
2003	3 Sep. 2002	2004	Captive brood stock (Mori)* ²	25,000	6,550	0.26	5 Jun.	3,550	17.2	56.2
2004	5 Sep. 2003	2005	Captive brood stock (Mori)* ²	25,000	20,766	0.83	1 Jun.	11,269	15.3	36.3
2005	10 Sep. 2004	2006	Captive brood stock (Shiribetsu River)* ³	25,000	18,000	0.72	1 Jun.	1,955	13.3	26.7
—	7 Sep. 2005	—	Captive brood stock (Shiribetsu River)* ³	25,000	—	—	—	0	—	—

*1 Eggs were taken early by artificially controlling daylight time.

*2 Captive brood stock reared at the Mori Research Branch since 1960s

*3 Captive brood stock originating from fish returning to the Shiribetsu River

5月28日から6月27日の間であり、放流時のスマルトの平均体重は22.0～56.2 gであった。

気仙第一ふ化場の飼育水温では早期に採卵した種卵を用いた場合（1994年から2002年放流群）には11月までに稚魚が浮上した。さらに冬期間も水温が高いことから成長が早く、5月下旬から6月上旬の適期に放流を行うためには成長を抑制する必要があった。ここでは早期採卵群を用いた2001年放流群（8月8日採卵）と2002年放流群（7月30日採卵）、および通常採卵群を用

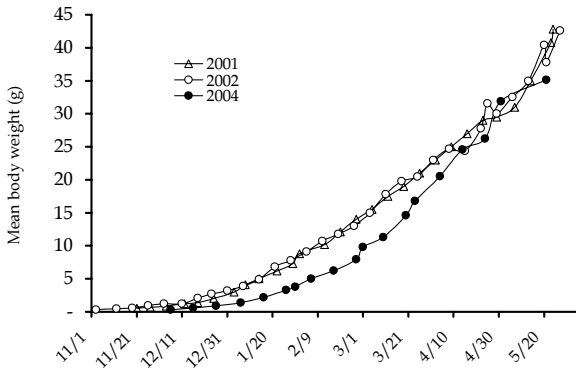


Fig. 2 The growth curve of age-0 masu salmon smolts reared at the Kesen Dai-ichi Hatchery and released in 2001 (Δ), 2002 (\circ), and 2004 (\bullet).

いた2004年放流群（9月5日採卵）の成長を Fig. 2に示す。2001年放流群と2002年放流群はほぼ同様な成長を示し、放流時の平均体重は42gであった。これに対して、2004年放流群は早期採卵群より浮上時期が約1ヶ月遅れ、かつ成長を抑制したことから放流時の平均体重は35gに留まった。

0+スマルトが出現した時期は年により異なり、2月下旬における前期スマルトの出現率は2001年放流群が17.8%、2002年放流群が7.2%であった。ただし、体重はともに12～22gの範囲にあった（Fig. 3）。5月20日前後には両放流群ともに10～130gの範囲にあり、中期及び後期スマルトの出現率は80%前後であった。その内訳をみると2001年放流群では中期スマルトが86.8%、2002年放流群では中期スマルトが31.6%、後期スマルトが48.0%であった。

一方、成長抑制に成功した2004年放流群では、3月1日の時点で体重は4～18gの範囲にあり、前期スマルトの出現割合は、2.1%に過ぎなかった。5月20日には中期スマルト以降が76.7%となり、スマルト化のタイミングを放流時期に合わせることができた。また、この時期の体重は20～70gの範囲であり、80g以上の大型スマルトが出現した早期採卵群（2001年放流群、2002年放流群）とは異なる結果となった。

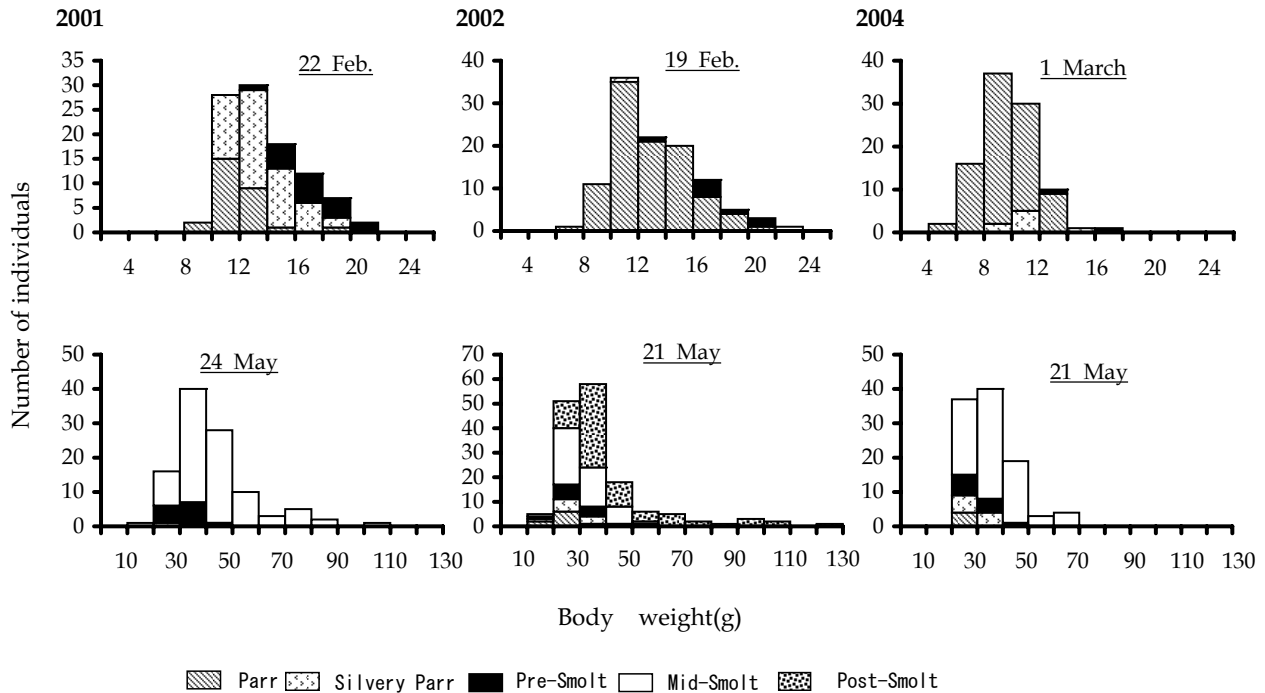


Fig. 3 Distribution of body weight and phase differentiation of juvenile masu salmon reared at the Kesen Dai-ichi Hatchery. Eggs of fish released in 2001 and 2002 (\ast) were taken early (late July or early August) by artificially controlling daylight time in 2000 and 2001, respectively.

標識魚の再捕場所および尾数

伊達漁港沖から放流した0+スマルトの再捕尾数を Table 2に示した。これまでのサクラマス回遊時期および経路について調べた研究（待鳥・加藤, 1985; 隼野, 1995; Naito and Ueno, 1995; 藤原ら, 2004; Ando *et al.*, 2005）を参考に、再捕時期を6~7月（北上期）、8~10月（越夏期）、11~12月（南下期）、1~3月（越冬期）、4~6月（遡上期）に分けた。1995~1996年の6~7月に多くの個体が再捕されたが、これは、

えりも町沿岸において幼魚の生態調査（真野, 1996）が行われたためである。また、1997年6~10月にも多くの再捕が報告されているが（Table 2）、これも同年えりも沿岸および釧路沿岸を中心とする道東沿岸で幼魚の生態調査が実施されたためである（三坂・真野, 2000）。放流年の8~10月に再捕される標識魚は通常多くはないが（藤原ら, 2004; Ando *et al.*, 2005）、本放流群では根室および釧路管内の沿岸域で多くの再捕が報告された（Figs. 4~8）。

Table 2 Number of tagged age-0 masu salmon smolts released at the Date Fishing Port and recaptured

Release year	Return year	Strain	Release date	Number of age-smolts released from the Date port	Mean weight at release	Number of tagged fish recaptured						Total number	Number of fish recaptured Jan.-Jun.	Recapture rate (%)
						Jun.-Jul.	Aug.-Oct.	Nov.-Dec.	Jan.-Mar.	Apr.-Jun.				
1994	1995	Captive brood stock (Mori)	16 Jun. , 27 Jun.	20,000	25.0	0	0	0	2	0	2	2	0.01	
1995	1996	Captive brood stock (Mori)	31 May, 14 Jun.	28,000	32.0	238	11	3	81	22	355	103	0.37	
1996	1997	Captive brood stock (Mori)	31 May, 18 Jun.	24,500	31.7	112	6	3	9	4	134	13	0.05	
1997	1998	Captive brood stock (Mori)	28 May, 17 Jun.	24,400	36.7	114	114	2	47	19	296	66	0.27	
2001	2002	Captive brood stock (Mori)	4 Jun.	12,789	42.8	3	24	0	10	9	46	19	0.15	
2002	2003	Captive brood stock (Mori)	4 Jun.	18,836	37.8	21	8	1	1	1	32	2	0.01	
2003	2004	Captive brood stock (Mori)	5 Jun.	3,550	56.2	11	9	0	2	0	22	2	0.06	
2004	2005	Captive brood stock (Mori)	1 Jun.	11,269	36.3	6	18	1	16	4	45	20	0.18	
2005	2006	Captive brood stock (Shiribetsu River)	1 Jun.	1,955	26.7	0	2	0	11	3	16	14	0.72	
Total				145,299		505	192	10	179	62	948	241	0.17	

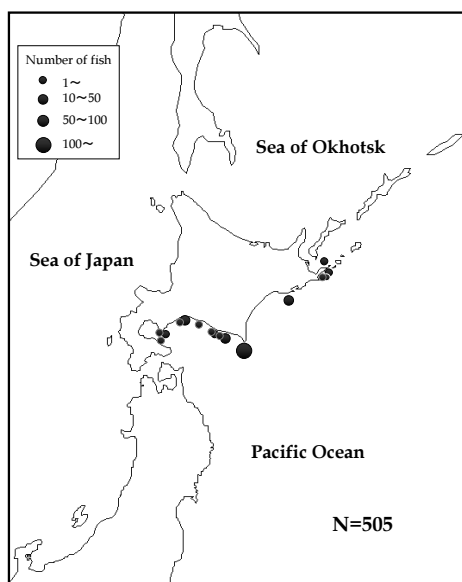


Fig. 4 Map showing the location where tagged masu salmon were recaptured during June-July of the release year (1993-2005).

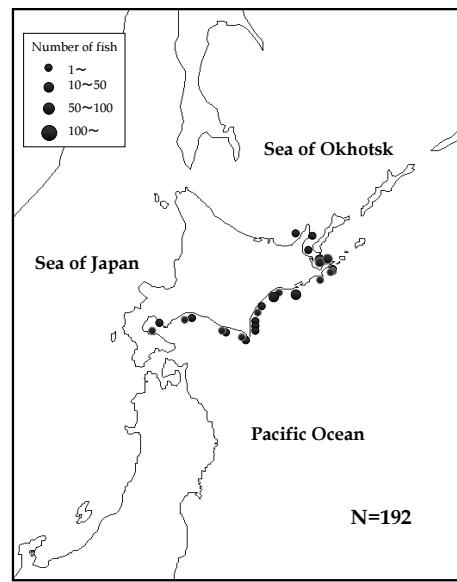


Fig. 5 Map showing the location where tagged masu salmon were recaptured during August-October of the release year (1993-2005).

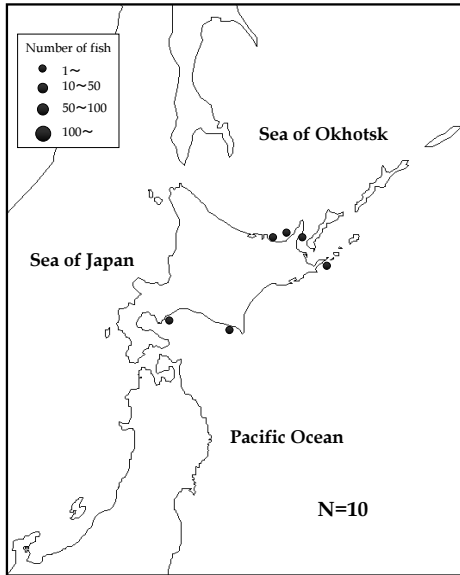


Fig. 6 Map showing the location where tagged masu salmon were recaptured during November-December of the release year (1993-2005).

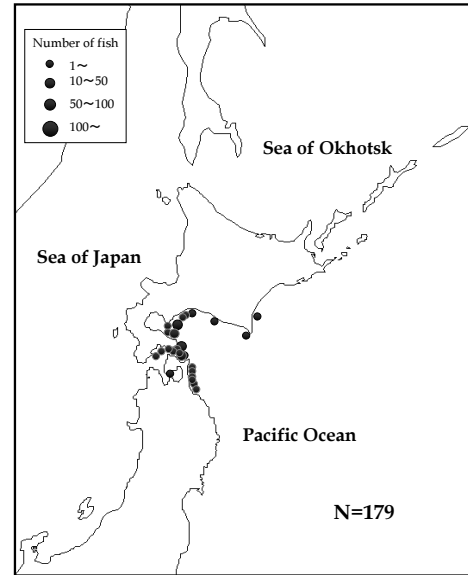


Fig. 7 Map showing the location where tagged masu salmon were recaptured during January-March of the year following the release year (1994-2006).

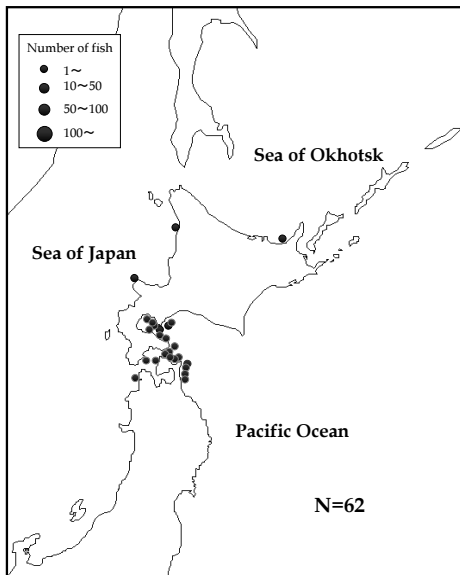


Fig. 8 Map showing the location where tagged masu salmon were recaptured during April-May of the year following the release year (1994-2006).

再捕率についてはサクラマスが沿岸漁業で主に漁獲される1~6月の再捕尾数を放流尾数で除して示した。標識魚の1~6月の再捕率は平均0.18%であり、0.01%~0.72%の範囲で変動した。最も高い値を示したのは2005年放流の森池産尻別系であった。放流サイズと再

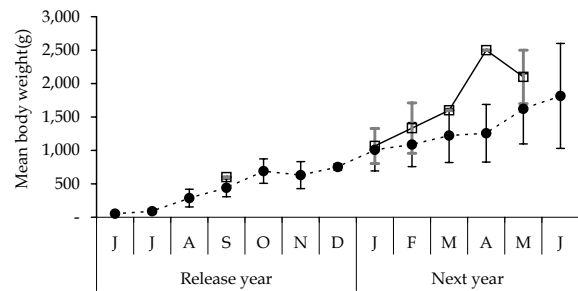


Fig. 9 Mean body weight of tagged masu salmon recaptured in the coastal waters; ●: captive brood stock (Mori) released in 1993-2004, □: captive brood stock (Shiribetsu R.) released in 2005. Vertical bars indicate the standard deviations.

捕率の間に有意な相関はみられなかった。

再捕された標識魚のサイズを時期毎にまとめ、Fig. 9に示した。系群の異なる1993~2004年放流群（森池産系）と2005年放流群（森池産尻別系）に分けてみると、1~6月の再捕時の平均体重は、前者が平均1.27 kg、後者が1.55 kgであった。月別にみると4月および5月では僅かに森池産尻別系が大きい傾向が認められた。

考 察

0+スマルトの生産には飼育魚を良好に成長させることが必要であり、体サイズや成長率がスマルト化に強く影響する（下田, 2003）。気仙第一ふ化場の飼育水は冬期間でも水温が10～11℃であり、0+スマルト生産に必要な飼育条件を備えていたと言える。森支場では当初、6月上旬から7月上旬に0+スマルトの出現のピークがみられたが（小島・喜多, 1984）、浮上後の成長を促進させることにより、0+スマルトの出現時期を北海道南部におけるスマルト降河時期に合わせることに成功し、高い放流効果がみられるようになった（Miyakoshi *et al.*, 2002）。胆振管内における池産サクラマスの放流効果に関する知見は皆無であったが、気仙第一ふ化場においては浮上後の成長を促進させて5月にスマルトが出現することを目標とし、さらに成長促進に有利な早期に採卵した種卵を使用した。しかし、年によっては2月から前期スマルトが出現するなど、スマルト化が早すぎたため、通常の9月採卵の種卵を用いるようにするなど、適期にスマルトを生産するために試行錯誤を繰り返した。その結果、民間施設を活用した0+スマルトの種苗生産は可能であることが実証された。しかし、放流適期に0+でスマルト化させるには、飼育水の水温条件など施設毎の飼育条件に合わせた飼育管理方法が不可欠であるものと考えられた。

胆振管内での0+スマルト放流では、1～6月の再捕率は0.01～0.72%で、ばらつきが大きかった。2005年に放流した森池産尻別系の再捕率は0.72%であり、これは森池産系で最も高かった1995年放流群の0.37%に比べ、約2倍を示したが、森池産尻別系の放流は2005年だけであり、森池産系との比較放流が行われていないことから森池産尻別系の高い再捕率が系群による回帰能力の違いか否かは明らかではない。本研究と同じ1990年代にリボンタグを用いた1+スマルトの標識放流では、檜山管内で平均0.55%（1993～1999放流群、範囲：0～1.52%、Ando *et al.*, 2005）、後志管内で0.70%（1998～2000年放流群、範囲：0.27～1.64%、藤原ら, 2004）であり、それらと比べると本研究での0+スマルトの再捕率は低かった。特に、1994年放流群、2002年放流群、2003年放流群の再捕数はそれぞれ2尾しかなく、極端に低い再捕率であった。放流サイズや放流時期と沿岸での再捕率の間には明瞭な関係はみられない。Miyakoshi *et al.* (2002) は、森支場での0+

スマルトの放流試験でも、放流サイズと沿岸漁業による回収率の間には相関はみられず、放流時の肥満度が高い放流群で回収率が低いことから、十分にスマルト化が進んでいない時点で放流された群の回収率が低かったものと考察している。本研究においても放流時期が5月28日～6月27日と約1ヶ月違いがあることに加えて、スマルト化時期も極端に早くからみられる年もあり、年変動が大きかった。さらに早期に採卵した種卵を用いた場合、放流時のサイズが100g以上と極めて大型の個体も一部放流されており、これらのことが再捕率の違いに影響しているものと考えられる。

本研究での放流効果の評価は、リボンタグを標識に用いて再捕者からの報告によるものであった。この評価方法は報告漏れや標識の脱落、埋没などの影響から定量的な評価には必ずしも適切ではないことが指摘されていることから（北田・須田, 1988）、定量性という点では問題は残るものの、再捕率を指標としつつ各放流群の飼育過程を検証することは種苗放流の技術開発においては重要であると考えられる。

伊達漁港から放流された0+スマルトの再捕場所を時期別にみると、6～7月にえりも沖と釧路沖で、8～10月には根室、釧路、日高、十勝沿岸、11～12月にオホーツク海中南部で再捕された。このことから、0+スマルトはえりも岬を通過して道東太平洋へ至り、さらに根室海峡を経てオホーツク海へ回遊するものと考えられ、これまでの回遊経路を述べた研究（待鳥・加藤, 1995；Ando *et al.*, 2005）と一致した。本研究では放流年の6～10月に多くの標識魚が再捕された。特に、これまでの標識放流試験では再捕事例の少ない8～10月に多くの標識魚が根室および釧路管内の沿岸域で再捕されているが、これは道東沿岸での生態調査（三坂・真野, 2000）が実施されたことにより、再捕報告が多かったと考えられる。

1月以降は胆振沿岸、道南、津軽海峡、青森県沿岸、4月以降は胆振沿岸、津軽海峡、青森県太平洋岸を中心として再捕され、本道の他の地域で放流した1+スマルトと同様に（Ando *et al.*, 2005；宮腰, 2006）、1月以降は胆振沿岸を中心に全道の広い海域での沿岸漁業により利用されることが明らかとなった。

要 約

1. 1994年から2005年まで民間ふ化場である気仙第一ふ化場において0+スマルトが生産され、試験放流

された。

2. スモルト化時期に年変動がみられ、2月中旬に前期スモルトが出現する年もあった。種卵を森池産系の早期卵から通常卵へ変更し、成長をコントロールしたところ、放流適期にスモルト化のピークを一致させることができた。
3. 1994年から2005年まで放流効果を明らかにするために標識放流が実施された。リボンタグ標識魚の1~6月の再捕率は平均0.18%であり、0.01%~0.72%の範囲で変動した。
4. えりも岬を通過して道東太平洋へ至り、オホーツク海へ回遊する経路が示された。8月から10月には根室および釧路管内の沿岸域で多くの標識魚が再捕された。
5. 標識魚の再捕結果から放流翌年の1月以降、胆振沿岸を中心として沿岸漁業により利用されることが明らかとなった。

謝 辞

本研究で報告した気仙第一ふ化場における0+スモルトの種苗生産試験では、胆振管内の各漁業協同組合および漁業者の方々、町村役場並びに市役所、胆振管内さけ・ます増殖事業協会、胆振支庁、胆振地区水産技術普及指導所の皆様にご尽力いただきました。標識魚の再捕は道内外の漁業者、遊漁者、関係機関の皆様から報告いただきました。これらの皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- Ando, D., Miyamoto, M., Kasugai, K., Miyakoshi, Y., and Nagata, M. (2005). Seasonal distribution of yearling masu salmon released from the Sea of Japan side of southwestern Hokkaido, Japan. *North American Journal of Fisheries Management*, 25, 22-37.
- 新谷康二 (1982). 池中養殖サクラマスによる種卵生産事業の現況. 魚と水, 20, 1-7.
- 藤原 真 (2007). 胆振管内で展開されたサクラマス0+スモルト放流事業. 魚と水, 43, 16-20.
- 藤原 真・青山智哉・小山達也・大久保進一・伊澤敏穂 (2004). 後志管内の河川へ放流した1+スモルトの回遊特性. 魚と水, 40, 34-35.

- 北田修一・須田 明 (1988). 放流魚の混獲状況からみた放流効果評価の諸問題. 水産増殖, 36, 107-112.
- 小島 博・喜多正広 (1984). 池中継代飼育サクラマス零歳魚の銀毛化変態と早熟雄の出現. 北海道立水産孵化場研究報告, 39, 113-121.
- 久保達郎 (1974). サクラマス幼魚の相分化と変態の様相. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 28, 9-26.
- 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究報告, 43, 1-118.
- 真野修一 (1996). 襟裳岬周辺海域に出現するサクラマス幼魚の回遊生態. 北海道立水産孵化場研究報告, 50, 17-28.
- 真山 紘 (1992). サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 46, 1-156.
- 三坂尚行・真野修一 (2000). 北海道東部沿岸におけるサクラマス幼魚の胃内容物. 北海道立水産孵化場研究報告, 54, 15-22.
- 宮腰靖之 (2006). 北海道におけるサクラマスの放流効果および資源評価に関する研究. 北海道立水産孵化場研究報告, 60, 1-64.
- Miyakoshi, Y., Nagata, M., Shimoda, K., Sugiwaka, K., and Kitada, S. (2002). Assessment of stocking effectiveness of hatchery-reared age-0 and age-1 masu salmon smolts through a fish market survey in Hokkaido. *Fisheries Science*, 69 (Supplement I), 908-911.
- Naito, K. and Ueno, Y. (1995). The first recovery of tagged masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in waters offshore of the Sea of Okhotsk. *Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery*, 49, 59-62.
- 大野磯吉(1933). 北海道産サクラマスの生活史. 鮭鱒彙報, 5(2): 15-26, 5(3): 13-25.
- 下田和孝 (2002). 春季の成長率および体サイズがサクラマスの0+スモルト化に与える影響. 北海道立水産孵化場研究報告, 56, 97-105.