

# 北海道南西部小河川におけるサクラマス幼魚の越冬行動

小林 美樹・下田 和孝・竹内 勝巳

## Winter Behavior of Juvenile Masu Salmon (*Oncorhynchus masou*) in the Stream of Southwestern Hokkaido

Miki Kobayashi, Kazutaka Shimoda and Katsumi Takeuchi

**Abstract** Ecological studies on the freshwater life, in winter, of the masu salmon *Oncorhynchus masou* were carried out in a small stream, Oyobe River, in Southwestern Hokkaido during the period 1994 to 1996. At this time of year, their fish were caught principally at low velocity and with the shaded areas with an abundance of plants. From December to March, they had grown little and their mean fork length remained at only about 10 cm. On the other hand, from October till December, just before the heavy winter, significant growth is accepted as well as active feeding for the overwinter. It was observed that the fishes in the downstream region become bigger than those in the upper region. Moreover, the inclination of the sex ratio is accepted by the valley and it became clear that the rate of females increases according to a downstream region. The rate of males to females in the downstream region was a mean 66.7% from 1994 to 1996, while the average Index of the stomach contents of juveniles was  $0.63 \pm 0.80$ . As the  $0.34 \pm 0.27$  (minimum) was shown seasonally in January, it was suggested that the weather conditions of winter were very severe. In order to investigate the winter movement of juvenile masu salmon, 841 fish which were captured at the sampling sites were released with clipped fins. The number of marked fish which were recaptured was 94 fish in all (11.2%). It was recaptured at a point other than that where ten fish had been released, and shifted to a downstream point, in which three fish went on a maximum of 4,200m. The race maintenance, from the biological perspective of the juvenile masu salmon resources, and further, when targeting increased resources from an industrial viewpoint the living space environment of the winter habitat in the lower region is vital, and it is important to take into consideration the environment of a lower region synthetically, apart from living things and a human side, putting the winter rearing habitat reclamation in the lower region into view.

**Key words** : サクラマス幼魚, 越冬行動, 成長, 雌雄比, 下流域

サクラマスは、海洋生活が1年という短期でありながら大きなものでは体重5kgを越え、北海道日本海側沿岸の冬から春先にかけての貴重な漁業対象種として利用されている。一方で、資源培養の努力も色々と試みられてきたが、その成果は明らかでなく、近年の北

海道における漁獲量は千トン未満で推移し、減少傾向が著しい(宮腰, 2006)。本種の資源培養を難しくしている要因の一つとして、生活史の3分の2以上を河川に依存することがあげられる。河畔林の伐採、河道の直線化、護岸敷設等の河川環境の改変は、淡水生活期

の生育環境への影響はもとより、生残りを左右する大きな要因と考えられる。また、生残りには季節的な各種要素の関わりも無視できない。たとえば、本種と生態が近いギンザケの再生産は冬場の生息場を利用できるかどうかは鍵といわれ、冬季の生息環境が彼らの生活に与える影響は極めて大きい (Nickelson et al., 1992; Solazzi et al., 2000)。特に、0°C近くまで低下する水温や積雪・結氷などの冬季の厳しい環境がサクラマス幼魚の生残りに及ぼす影響は決して小さくないものと推察される。しかも、前述した河川環境の改変は、その影響をさらに深刻化するものと考えられるが、これらをも考慮した冬季間の生残りに関する報告例は少ない。越冬時の生態的知見 (井上・石城, 1968; 真山, 1992, 1995; 兵藤ら, 1993; 河村ら, 1994; 隼野ら, 1999; 鈴木ら, 2000) も断片的であり、生残りに関する報告はわずかに真山 (1992) が孵化場で生産した幼稚魚を春季あるいは秋季に放流し、その回帰尾数の比較等から冬季の生残率を52%に推定した報告や、宮腰ら (1999) が秋季に放流した幼魚のスマルト降河個体数並びに河川残留個体数の推算値から冬季の生残率を13.7~19.4%と推定した報告があるに過ぎない。河川環境が周辺流域の開発、利用強化によって著しく変わりつつある今日、サクラマス幼魚の冬季間の生活の実態を明らかにすることは、種族保全、資源培養のためにも重要である。著者らは、北海道の比較的温暖な道南日本海側に位置する小河川で冬季の生態調査を行った結果、上下流における流域別性比に明らかな相違が示されるなど、興味ある知見が得られたのでここに報告する。

## 材料及び方法

### 及部川の概要

及部川は、日本海側津軽海峡に流入し、流域面積で38.7 km<sup>2</sup>、流路延長で13.2 km、流域面積2 km<sup>2</sup>以上の支流4本を有した保護水面指定の小河川である (Fig.1)。河口からおよそ9 km 付近までの河川勾配は傾斜角度がおよそ0.6度 (100m / 9,210m) と緩やかであり、川岸にはヨシ類 (*Phragmites sp.*) やヤナギ類 (*Salix sp.*) を中心とした草木が繁茂し、その間を緩やかに蛇行しながら流れ、途中、不連続に瀬や淵の形成が認められる。一方、9 km 以遠の上流域は傾斜角度9.0度 (600m / 3,780m) の急勾配である。

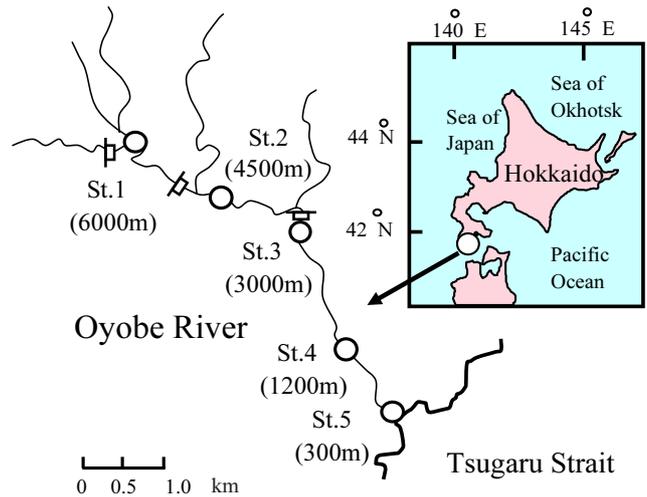


Fig. 1 Map of the sampling sites in Oyobe River. The open circles show the sampling sites. Numbers in parentheses indicate the distance in meters from the river mouth. ♪ : Dam with fish way.

生息魚類は、保護水面調査資料 (北海道立水産孵化場, 2006) によれば、サケ (*Oncorhynchus keta*), サクラマス (*Oncorhynchus masou*), アメマス (*Salvelinus leucomaenis*), アユ (*Plecoglossus altivelis*), ウグイ類 (*Tribolodon sp.*), ハナカジカ (*Cottus nozawae*), ウキゴリ類 (*Chaenogobius sp.*), ヨシノボリ類 (*Rhinogobius sp.*) である。また、本調査でワカサギ (*Hypomesus trarspacificus*), カンキョウカジカ (*Cottus hangiongensis*), フクドジョウ (*Noemacheilus toni*) のほか、分布を広げつつある外来種のブラウントラウト (*Salmo trutta*) も初めて採捕された。さらに、近年ではニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) の採捕も記録されている。

### 調査年月日と方法

1994年2月から3月, 1994年10月から1995年3月, 1995年10月から1996年3月に調査を行った。調査定点は、河口から6,000m 上流の地点を最上流点 St.1として、下流に向かって St.2(4,500m), St.3(3,000m), St.4(1,200m), St.5(300m) の5定点を設定した (但し、1993年度は St.1, St.2, St.4の調査は行っていない)。また、それら定点を中心に採集区間を設定し、St.1は前後284m 区間, St.2は前後300m 区間, St.3は前後280m 区間, St.4は前後388m 区間, St.5は前後242m 区間として各区間に生息するサクラマス幼魚の採集を行っ

た。採集方法は、エレクトロ・フィッシャー (Smith-Root 社製) と投網 (12mm 目) を用いた。採捕した魚はその場で尾叉長、体重 (湿重量) を測定した後、腹部開腹によって性別を判定した。現場での測定ができない場合は、冷蔵状態で研究室へ持ち帰った後、現場同様に測定し、性別を判定した。また、冬季における摂餌状態を知る目的で胃を摘出し、ホルムアルデヒド10%溶液で固定した後、7日間経過後、胃より内容物を取り出し湿重量を秤量した。なお、標本数は各定点20個体とし、それに満たない場合は全数とした。

1994年10月24日の採集調査では、幼魚の秋季から冬季における移動等の行動を明らかにする目的で、各定点で採集した幼魚の尾叉長、体重を測定し、定点ごとの識別を可能にするため、尾鰭上葉、尾鰭下葉、尾鰭上下葉、尻鰭、背鰭に、鰭切りによる標識を行い再放流した。

また、1995年12月から1996年3月にかけて、St.3に水温データロガーを設置し1時間ごとの水温を計測した。

## 結 果

### 採捕場所と雌雄別採捕尾数

期間中採捕した雌雄別尾数を Table1 に示した。1993年度は、1994年2月と3月の下流域調査に限定し、St.3 と St.5 の2カ所の結果を示した。冬季間合計で St.3 で88尾、St.5 で205尾の幼魚が採捕された。1994年度は、上流域でも調査を行い、St.1 で96尾、St.2 で222尾、St.3 で158尾、St.4 で177尾、St.5 で206尾の合計859尾

の幼魚を採捕した。1995年度は、前年同様の定点でそれぞれ206, 340, 144, 73, 115尾の合計878尾を採捕した。採捕魚はすべてエレクトリックショッカーによるもので、投網では1尾も採捕できなかった。

採捕場所はいずれの年も両河岸のみに限られ、遮光されていること、河川の流速が遅いこと (流れが視認できないかわずかに確認できる程度)、草木が繁茂あるいは堆積していることの3条件に集約された。さらに、各年次とも幼魚の採捕された場所はほぼ同じ地点であり、越冬生息場所は極めて限定されていることが知られた。

また、年次別の雌雄の採捕数は、1993年度雄98尾、雌195尾 (計293尾)、1994年度雄403尾、雌456尾 (計859尾)、1995年度雄451尾、雌427尾 (計878尾) であり、調査定点数が異なる1993年度以外はほぼ類似した採捕尾数で、雌雄の採れ方に差は認められなかった (G Test,  $p>0.05$ )。

一方、河口からの距離を勘案した定点別の雌雄比を Fig.2 に示した。各年次とも上流に行くに従い、雄の採捕割合が高くなるなど、流域による性比の相違が有意に認められた (G Test,  $p<0.01$ )。最下流域の St.5 における雌の占める割合は3カ年とも雄を上回り、1993年度73%、1994年度69%、1995年度58%で平均66.7%を示した。一方、最上流部における性比は、調査を行っていない1993年度を除いて雄が雌を上回り、1994年度61%、1995年度60%を示した。また、河口から約3000 m 地点の St.3 近辺では性比に差はなく1:1となる傾向を示した。

Table 1 Number of male and female juvenile masu salmon caught at the sampling sites in Oyobe River, from December to March each year, during the winter

Year	Sex	Number of fish					Total*1
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	
1994	Female	—*2	—	46	—	149	195
	Male	—	—	42	—	56	98
	Total	—	—	88	—	205	293
1995	Female	37	97	75	105	142	456
	Male	59	125	83	72	64	403
	Total	96	222	158	177	206	859
1996	Female	83	146	83	48	67	427
	Male	123	194	61	25	48	411
	Total	206	340	144	73	115	878

\*1 St.1 ~ St.5

\*2 Uninvestigated ( no data )

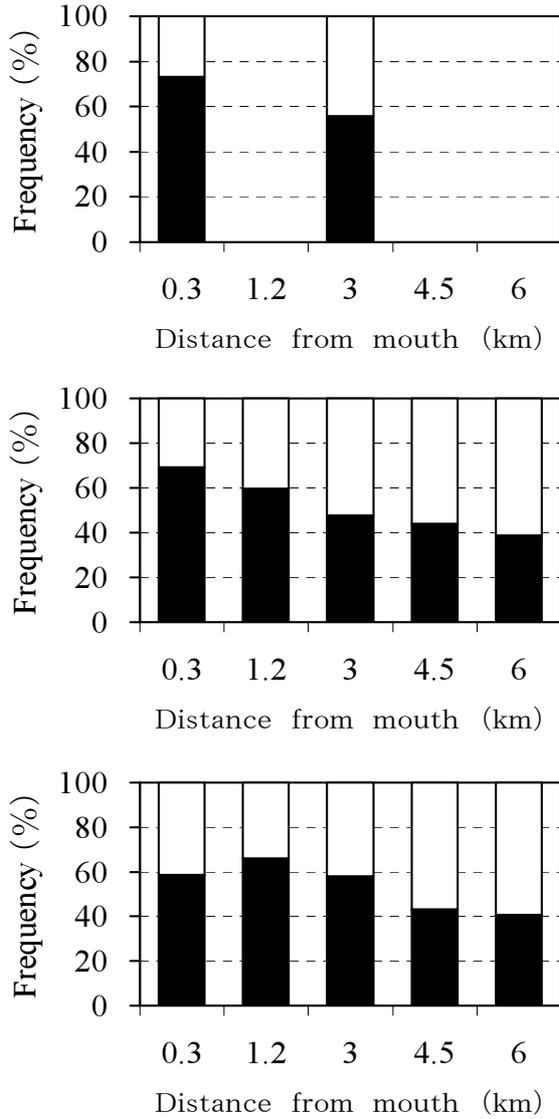


Fig. 2 The ratio of males to females in juvenile masu salmon caught at sampling sites in 1994, 1995 and 1996. The open bars ( □ ) and solid bars ( ■ ) show male and female, respectively.

幼魚の成長

尾叉長, 体重, 肥満度の季節変化を Fig.3に示した。1994年度および1995年度とも10月から12月にかけて有意な成長 (尾叉長の増加) を示し (Steel-Dwass Test,  $p < 0.001$ ), 越冬期前に活発に摂餌していることがうかがわれた。1995年度の調査結果では体重も有意に増加したが, 肥満度はその反対に低下した。一方, 水温の低下する12月以後の平均尾叉長 (1994~1995年:  $9.9 \pm 1.6\text{cm}$ , 1995~1996年:  $10.6 \pm 1.3\text{cm}$ ) および平均体重 (1994~1995年: 体重 $11.4 \pm 5.3\text{g}$ , 1995~1996年: 体重 $14.2 \pm 5.0\text{g}$ ) は増加せず, 横這いで推移した。

当初, 著者らが予測していた厳冬期 (1月) の大幅な体重の減少は2ヶ年とも認められなかった。むしろ, 2月~3月に入ってから, 体重, 肥満度の増加傾向が認められた。一方, 調査時期および定点採集が限定された1993年度は季節的な変動は明確でなかった。

河口からの距離を勘案した定点別の平均の尾叉長, 体重, 肥満度の相違を Fig.4に示した。総体的に各年

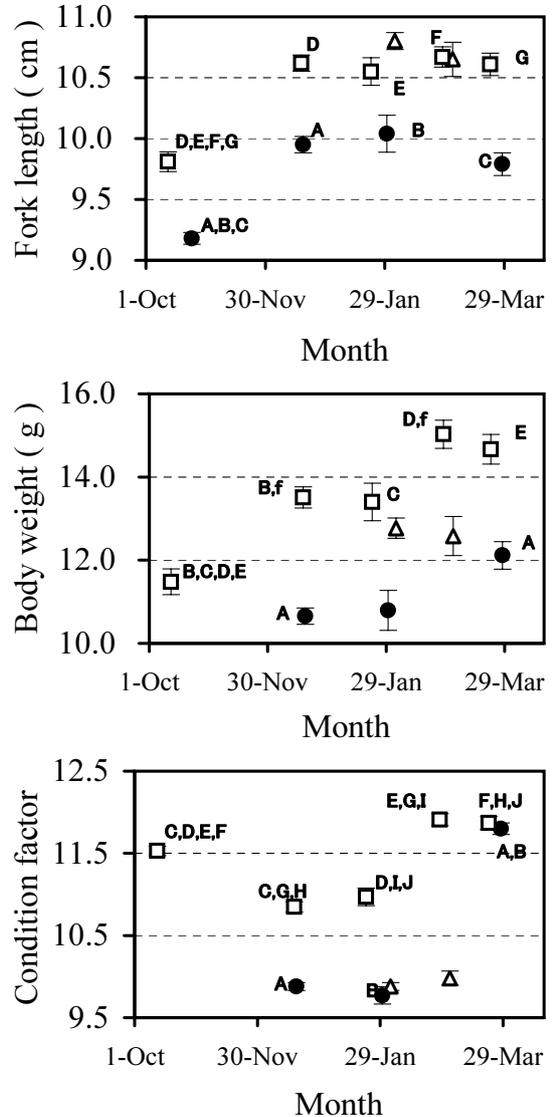


Fig. 3 Seasonal changes in the average fork length, body weight and condition factor of juvenile masu salmon caught in Oyobe River in 1994, 1995 and 1996. Values are represented as means and standard errors, while bars with the same letters are now significantly different (capital letters:  $p < 0.01$ , small letters:  $p < 0.05$ ). △: 1994, ●: 1995, □: 1996.

次とも、尾叉長、体重は上流に行くに従って徐々に小さくなる傾向が認められた。1993年度を除いた2ヶ年の平均尾叉長について最上流定点の St.1 (1994年度9.3±1.8cm, 1995年度10.3±1.3cm) と比較した場合、St.3より下流側では各年次とも有意に大きいことが示された (Steel-Dwass Test,  $p < 0.01$ )。

体重に関しても尾叉長とほぼ同様に有意差が認めら

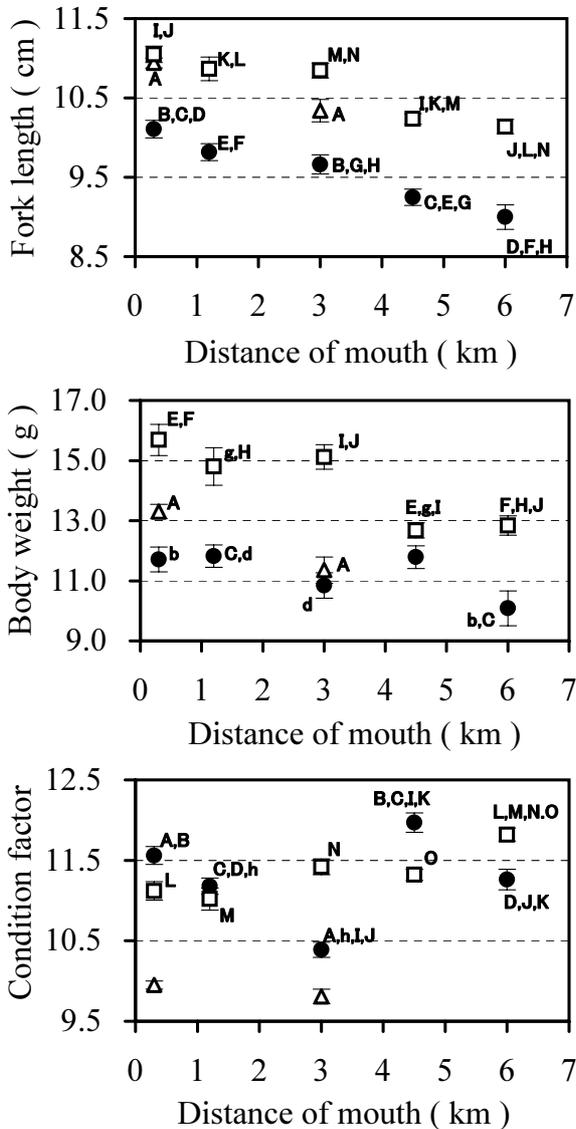


Fig. 4 The average fork length, body weight and condition factor of juvenile masu salmon caught at the sampling sites in 1994, 1995 and 1996. Values are represented as means and standard errors. Bars with the same letters are significantly different (capital letters :  $p < 0.01$ , small letters :  $p < 0.05$ ).  $\Delta$  : 1994,  $\bullet$  : 1995,  $\square$  : 1996.

れ、上流側 St.1 (1994年度 :  $10.0 \pm 6.0\text{g}$ , 1995年度  $13.2 \pm 4.6\text{g}$ ) に比較し St.4より下流側の採捕幼魚が大きい値を示した。一方、肥満度は年次による相違が認められ、1994年度は St.3で他定点より有意に低い値が示されたが、地点間における一定の傾向は認められなかった。また、1995年度は、最上流域の St.1でその他定点と比較し、有意に高い値を示した外は地点間の有意な差が認められなかった。

胃内容量指数

各定点における平均の胃内容量指数と日別の平均水温の季節変化を Fig.5に示した。採捕した幼魚の平均胃内容量指数は  $0.63 \pm 0.80$  で、1月に最低の  $0.34 \pm 0.27$  を示した。これは、12月 ( $0.65 \pm 1.1$ ) との比較では有意差は認められなかったが、2月 ( $0.66 \pm 0.68$ ) および3月 ( $0.94 \pm 0.79$ ) と比較し有意に低かった (Steel-Dwass Test,  $p < 0.01$ )。最低値を示した1月以降は増加し、摂餌行動の活発化がうかがわれたが、2月と3月の平均水温が  $2^\circ\text{C}$  台だったにもかかわらず3月の値が有意に高い値を示し、摂餌行動の活発化を促すものに水温以外の要因が働いている可能性がうかがわれた。

一方、定点別の胃内容量指数は、各点とも0.6前後の値を示し (Fig.6), 最上流定点 St.1が下流側定点 St.4と St.5とに比較し有意に高い値を示した外は (Steel-Dwass Test,  $p < 0.05$ ), 地点間の有意な差は

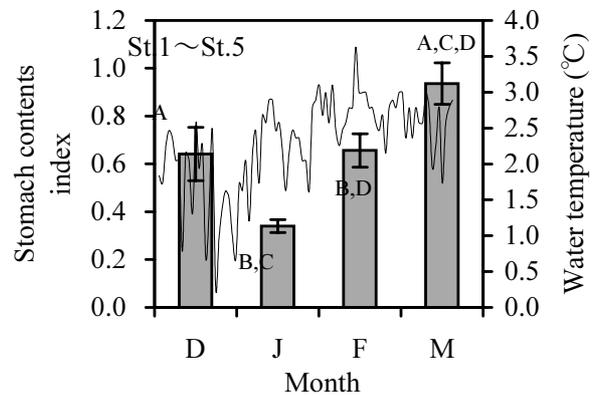


Fig. 5 Seasonal changes in the stomach contents index of juvenile masu salmon caught at the sampling sites and in the water temperature in Oyobe River, from December 1995 to March 1996. Values are represented in the form of mean and standard errors, while bars with the same letters differ significantly ( $p < 0.01$ ).

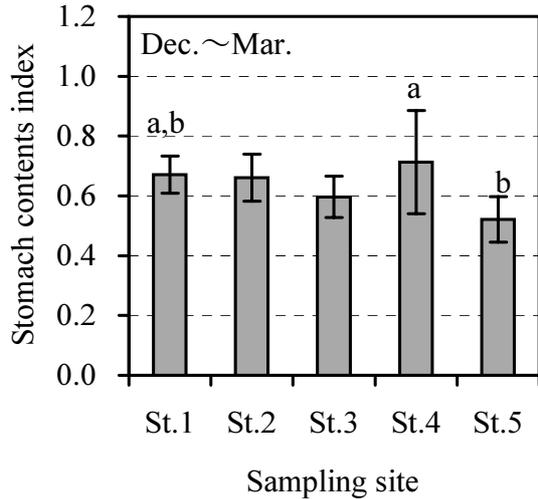


Fig. 6 Stomach contents index of the juvenile masu salmon caught at the sampling sites in Oyobe River from December 1995 to March 1996. Values are represented as mean and standard errors. Bars with the same letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

認められず、地点毎で比較した場合に、月間の比較ほどに冬季の餌環境の幼魚に与える影響は少ないことが知られた。

幼魚の移動

1994年10月24日に上流定点 St.1から下流定点 St.5までの各定点においてそれぞれ187, 277, 175, 184, 18尾の幼魚を採捕し、標識放流した。12月19日に55尾、1月30日に8尾、3月27日に31尾、合計94尾（再捕率11.2%）の標識魚を再捕した(Table2)。そのうち10尾が放流点以外の場所で再捕された。これら定点外で確認された標識魚の移動距離の詳細を Table3に示した。St.1の最上流で放流された3個体が下流の定点で再捕され、最も離れた定点 (St.3) までの距離は約3,000mであった。また、St.2で放流された個体のうち5個体がいずれも下流側定点で再捕され、そのうち3個体がSt.5地点で確認された。移動距離にして約4,200mを示し、本地点は河口から約300mの地点であった。

Table 2 Number of marked fish recaptured at each sampling site after release on the 24th October, 1994

Site	Release Number of fish	Recapture					
		19.Dec.1994		30.Jan.1995		27.Mar.1995	
		Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside
St.1	187	9(4.8)* <sup>1</sup>	2(St.2, 3)* <sup>2</sup>	—* <sup>3</sup>	—	7(3.7)	1(St.2)
St.2	277	21(7.6)	2(St.5)	—	—	14(5.1)	3(St.3, 4, 5)
St.3	175	14(8.0)	0	6(3.4)	0	3(1.7)	1(St.2)
St.4	184	7(3.8)	0	2(1.1)	0	1(0.5)	1(St.5)
St.5	18	0	0	0	0	0.0	0.0
St.1~St.5	841	51(6.1)	4(0.5)	8(1.0)	0	25(3.0)	6(0.7)

\*1 The numbers in parentheses indicate the ratio of the marked fish recaptured to the marked fish released at each sampling site.

\*2 The name of sites in parentheses indicates the recaptured sites of marked fish, which had moved from a release site.

\*3 Uninvestigated ( No data ).

Table 3 Movements of marked fishes, which had moved from a release site after release on 24th October, 1994

Date of recaptured	Release site	Recapture site	Movement		Fish size		
			Direction	Distance(km)* <sup>1</sup>	F.L.(cm)	B.W.(g)	Sex
19. December. 1994	St.1	St.2	lower	1.5	8.8	9.4	—* <sup>2</sup>
	St.1	St.3	lower	3.0	9.6	10.5	—
	St.2	St.5	lower	4.2	9.1	9.7	—
	St.2	St.5	lower	4.2	9.7	10.0	—
27. March. 1995	St.1	St.2	lower	1.5	11.0	13.7	Female
	St.2	St.3	lower	1.5	9.6	11.0	Female
	St.2	St.4	lower	3.3	10.9	11.2	Female
	St.2	St.5	lower	4.2	8.4	8.3	Female
	St.3	St.2	upper	1.5	14.9	35.4	Male
	St.4	St.5	lower	0.9	11.5	18.9	Female

\*1 Approximately the distance between the release and recapture sites.

\*2 Fish were re-released therefore dissection to determine sex was not performed.

また、上流に移動した個体も1尾確認され、St.3から、途中、上水道ダム(魚道敷設)を通過した後St.2で再捕された。その魚は生殖腺の発達度合いから当年成熟する雄個体と判断された。下流に移動した個体の行動が受動的か能動的かは明らかでないが、上流側に移動した雄個体は、ダムに併設した魚道等通過した状況から能動的な移動と判断された。また、下流側に移動した個体は再放流による未確認を除けばすべて雌であった。

## 考 察

サケマス類にとって、河川生活期における環境の様々な変化はそれら個体の生残はもとより、それぞれの種の維持に大きな影響を及ぼすと考えられる。近年では、護岸敷設等の人為的な河川改修などを一つの要因とする魚類の生息場の直接的あるいは間接的な減少(井上・中野, 1994; 中野・井上, 1995; 豊島ら, 1996; 阿部・中村; 1999)が懸念され、これは次世代資源へ少なからず影響を与えるものと予測される。

特に、サクラマス幼魚が成長とともに季節に応じた生息場の選択を能動的もしくは受動的に行うこと(Lister and Genoe, 1970; Hillman et al., 1987)や、河川毎にはもちろん流域においても生息場の条件(質と量)の相違が十分予想されることなどから、その影響の程度は河川間で異なるものと考えられる。一方、良好な環境状態と見なされても、河川あるいは場所によって、その生息数に大きな相違が認められ(Murphy et al., 1989)、河川のそれぞれの微環境構造の相違が要因の一つとして挙げられる(井上・中野, 1994)。しかし、放流によって部分的にも生息数を増やせることから、天然繁殖の場における生息量には環境あるいは生態等が制御要因として様々に作用するものと考えられる。

本研究では、在来サケマスの中でも河川生活期間が長いサクラマスの生態、特に、冬季間の行動について上流域から下流域にかけて流域別に調べた。当初、著者らは、冬季の低水温に起因する代謝機能の低下等が摂食活動の抑制と大幅な体重減少を起こすと予測したが、いずれの年もその傾向は観察されず、真山(1992)の報告と同様に成長停滞が認められたに過ぎない。しかし、冬季の水生生物量が他季節に比較し必ずしも少なくない時期にもかかわらず(阿刀田・今田, 1972, 真山, 1992)、1月時期の摂餌量が最低の値を示したことは、常に飽食状態を維持しようとする幼魚の

摂食行動を抑制する厳しい環境条件下であったことを示唆している。さらに、越冬期に入ってから積雪条件下で、上流域に比べて餌料量の多い下流域でも摂餌が少なく上下流での相違が認められないことは、冬季の環境条件、特に低い河川水温が幼魚の摂食行動を大きく抑制する要因となっているものと考えられる。一方で、目立った水温の上昇が認められないにもかかわらず2月から3月にかけて摂食量が増加したことは、摂餌行動の活発化を促すものに水温以外の要因が働いている可能性を示唆した。これは、幼魚の降海に関わるスマルト化等生理的な変化によるものと考えられるが、これら摂餌に関わる行動等の変化の仕組みなどについては、生残りへの関わりも含めて現段階では明らかにできなかった。

本調査で、性比に流域別の傾斜が有意に観察され、下流側において雌の比率が高く上流側で雄の比率が高い傾向が明らかとなった。また、本河川から直線で約50km東側に位置する亀川と大当別川の下流域(河口から100m程度)においても亀川で雌86%、大当別川で雌100%と雌の割合が高い結果が観察されている(小林未発表)。この雌への偏りが本種の生態的特性なのか、単なる当該地域河川における偶然の結果なのかは明らかでない。ただ、雌が冬季に下流側に多いという調査結果は、本種の種族維持という観点から、非常に有利な生態的行動であることが指摘できる。

一般に、降海適期の範囲内では、摂餌を含む行動半径が限られた河川に長く滞留するより、早期に海に降りた方がその後の成長に有利と考えられる。通常、下流域は翌春の河川水温の上昇が早く餌生物の絶対供給量が多いことなどから上流域に比べて越冬明けの生活の場としての利点が大きく、スマルト化が成長とともに促進されることによって、雌魚の降海時期の早期化が促されるものと推察される。

また、サクラマス幼魚の降海スマルトの時期別性比の相違、即ち、降海後期になるに従い雄の比率が高くなることが指摘されてきたが(佐野・阿部, 1967; 杉若・小島, 1979; 1980; 小林ら, 1991)、これに対しての納得のできる明確な説明はなされていない。しかし、このような降海スマルトの時期別性比の相違は、今回明らかとなった流域別性比の相違を反映している可能性が指摘できる。即ち、それぞれの流域における環境の相違は各々の成長に時間的相違を与え、成長に依存するスマルト化に有利な下流域に多数生息する雌個体の降海時期を早めることとなる。一方、雄は下流域ほ

ど好適成育環境にない上流域に多数生息することからその成長やスモルト化が遅れ、結果として降海時期が雌より遅れて降海すると推察され、そのことが性比の傾斜となった可能性が指摘できる。

また、サクラマス河川遡上親魚における雌雄間のサイズの相違、即ち雌はほぼ均一（変動係数が小さい）で大型、一方、雄は不均一（変動係数が大きい）で雌に比べて小型の傾向が顕著であるということは雌雄固有の生態的特性とも考えられるが（待鳥・加藤, 1985; 真山, 1992）、流域別性比の傾斜によるスモルト降海時期の差を反映した可能性も考えられる。回帰親魚のサイズには緯度等による地理的傾斜が観察され、北ほど小型で、南ほど大型の傾向が認められ、それに呼応するように、降海する時期も南ほど早く、北ほど遅い傾向が認められる（待鳥・加藤, 1985）。先にも述べたように、早期に降海した個体がその後の成長に有利と考えられることから、この地理的傾斜は、降海時期と回帰サイズが相互に関連することを示唆し、雌雄の降海時期の相違が回帰サイズの相違につながったことを暗示している。しかし、河川規模によっても回帰サイズが異なることが知られているなど、本結果は雌雄別相違の要因を推測する上での材料を提供するに過ぎなく、その解析は今後の研究に待たなければならない。

次に、越冬に向けた幼魚の行動を調べることを目的に越冬前の10月下旬に標識して放流を行い、冬季の移動状況を調べた。標識魚の多くは放流した定点内で再捕されたが、そのおよそ1割が放流点以外の別な定点で再捕された。このことは冬季間中に魚が移動したことを示すが、それが標識という魚体に与えた刺激による異常な行動なのか、また魚自身の越冬場選択に伴う能動的行動なのかの判断は難しい。しかし、他定点に移動した個体のうち上流側へ移動した個体は、魚道付きの上水道用のダムを遡ったという事実から能動的に移動したと判断できよう。

また、冬季における定点での採捕魚は総て標本として取り上げたが、期間中、各定点では常に新たな幼魚が多数採捕された。このことは、電気漁具による取り残しを考慮しても、冬季の幼魚の能動的な行動が示唆されるとともに、同河川下流域の河岸にセットした人工越冬床の利用状況調査で、常に新たな幼魚が採捕されていることがそれを裏付けていると考えられる（小林ら, 2001）。

季節による生息数の変動、特に秋季から冬季にかけての越冬移動に伴う生息尾数の変動が報告されている

（Bjornn, 1971; Johnson et al., 1986）。Hillman et al. (1987) はマスノスケ幼魚で80%近くの標識魚が調査区域から移出した可能性を指摘し、適切な生息場の不足によって移動が誘起されたことを推測している。一方で、移動が観察されなかった例として、青山ら (1998) はサクラマスで、冬季も含め幼魚の移動が観察されなかった結果について、季節にあった好適な生息空間の存在をあげ、また、Dolloff (1987) はゲンザケについて移動のリスクを指摘し、青山ら (1998) と同様に好適生息場の存在による移動の不必要性を報告している。

今回、標識された幼魚の移動が越冬生息場環境の善し悪しによるものなのかの判断は難しいが、移動を確認した個体のうち、上流側に移動した残留型の雄個体を除き、下流側に移動したのはすべて雌個体であったことなどは、前述した上下流における流域別性比の傾斜を形作ることを裏書きしている。一方で、前報の人工越冬床造成実験の中で幼魚の越冬生息場に強い選択性が示されたことから（小林ら, 2001）、好適環境の不足が移動の要因となった可能性も示唆される。しかし、流域別性比の傾斜が生態的に有利に働くことを考えれば、単なる好適生息場の不足だけが移動行動を誘起する要因となったのではないと考えられる。

越冬移動ではないが、真山 (1992) はサクラマス稚魚の放流後の移動分散特性を調べ、その中で雌雄間の分散の様相に違いを見いだしている。それによれば、放流後、下流側に降河する個体には雌が多く、上流域の放流点付近に止まる個体には雄が多い傾向を認めている。また、兵藤ら (1993) は加治川における冬期1月のサクラマス幼魚の分布を調べ、抽水植物群落内では雄が多く、流心部では雌が多い傾向を観察している。この調査時における河川水温は5℃前後と道内河川に比較し高めであるが、冬季間の行動等が雌雄間でも相違があり雌が極めて活動的であることが示唆される。これら雌雄間の行動の違いはサクラマスという魚種のそれぞれの性が持つ生得的特性の存在を暗示し、これらが流域における冬季の性比傾斜を形成する要因の一つかもしれない。今後、明らかにするためにも、実験的検証と併せて、様々な河川におけるより綿密なフィールド調査が必要である。

本研究では、サクラマスの生活利用空間において上流から中下流の広い範囲にわたって流域別性比に傾斜が認められ、下流域に大型の雌個体の割合が多いという調査結果を得た。このことは、生物学的視点からの

サクラマスの種族維持, さらには産業的視点からの資源の増大をそれぞれ図る上で, 下流域における冬季生息場環境の保全が極めて重要であることが示唆された。しかし, 一般に下流域は人の生活の「場」となり, 兩岸は護岸されている場合が多い。越冬場として利用する「場」の環境が遅流速, カバー, 草木等の存在が重要な要素と考えられるが(井上・石城, 1964; 真山, 1992; 1995; 河村, 1994; 鈴木ら, 2000), 今日の護岸環境にそのような「場」は極めて少ない。今後, 良好な上流部環境の保全や生息場の造成を進めるだけでなく, 幼魚の越冬生息場の造成を目的に, 下流域の環境をサクラマスの越冬可能な条件にしていくことを検討する必要がある。

## 要 約

1. 北海道南西部に位置する及部川に生息するサクラマス幼魚の越冬行動を1993年から1996年について流域別に調査した。幼魚の採捕場所は両河岸に限られ, 遮光, 遅い河川流速, 草木の繁茂及び堆積している局所的な場所であった。期間中に採捕した幼魚は1993年度293尾(調査定点2定点), 1994年度859尾(調査定点5定点), 1995年度878尾(調査定点5定点)であった。
2. 流域別の性比に相違が示され, 下流に行くに従い有意に雌の割合が高くなる傾向が認められた。最下流域における雌の占める割合は1993年度73%, 1994年度69%, 1995年度58%と3カ年平均は66.7%であった。
3. 1993年度を除く各年次とも冬季12月から翌3月まで成長が認められず, 冬季における環境の厳しさが改めて確認された。一方で, 10月から12月には尾叉長, 体重に有意な成長が認められ, 幼魚は越冬に備え活発に生息域内で摂食していることがわかった。冬季間の平均尾叉長, 平均体重はそれぞれ1993年度10.8cm, 12.7g, 1994年度9.9cm, 11.4g, 1995年度10.6cm, 14.2gであり, 年次による相違が認められた。
4. 流域別の尾叉長に相違が示され, 下流に行くに従い魚体が有意に大きくなる傾向が認められた。最上流域の平均尾叉長, 平均体重はそれぞれ1994年度9.3cm, 10.0g, 1995年度10.3cm, 13.2g, 一方, 最下流域のそれはそれぞれ1994年度10.1cm, 11.4g, 1995年度11.1cm, 15.6gであった。
5. 幼魚の冬季間の平均胃内容量指数は $0.63 \pm 0.80$ であった。また, 月別の指数値は12月0.65, 1月0.34, 2月0.66, 3月0.94と1月の摂餌環境の厳しさが確認されたが, 流域別に見た場合月別ほどの相違が認められず, 冬季においては幼魚の摂餌に与える生活の条件が各流域ともほぼ類似している可能性が知られた。
6. 幼魚の越冬移動を明らかにするため, 秋季10月末に流域別に採捕した幼魚に標識し, 放流した。放流個体は全部で841尾, 再捕個体は94尾で, 再捕率は11.2%であった。そのうち放流定点以外の再捕個体は10尾で, そのうち上流に移動した個体が1尾(残留型雄), 下流に移動した個体が9尾(雌)であった。移動個体の距離の最長は約4,200 mであった。
7. サクラマスの生活利用空間は上流から中下流の広い範囲にわたり, 生物学的視点からの本種の種族維持, さらには産業的視点からの資源増大を図るためには下流域における冬季生息場環境が極めて重要と考えられ, 良好な上流域の環境保全を推進するだけでなく, 下流域における越冬生息場造成を視野に入れた施策の展開が肝要である。

## 文 献

- 阿部俊夫・中村太士(1999). 倒流木の除去が河川地形および魚類生息場所におよぼす影響. 応用生態工学, 2(2), 179-190.
- 青山智哉・鷹見達也・永田光博・宮本真人・大久保進一・柳井清治・長坂 有・佐藤弘和・川村洋司(1998). 積丹川におけるサクラマス幼稚魚の分散と定着. 魚と水, 35, 125-133.
- 阿刀田光紹・今田和史(1972). 千走川の水生昆虫相ならびに環境条件. 北海道立水産孵化場研究報告, 27, 59-149.
- Bjornn, T. C. (1971). Trout and salmon movements in two Idaho streams as related to temperature, food, stream flow, cover, and population density. Transactions of the American Fisheries Society, 100, 423-438.
- Dolloff, C. A. (1987). Seasonal population characteristics and habitat use by juvenile Coho Salmon in a small southeast Alaska stream. Transactions of the American Fisheries Society,

- 116, 829-838.
- 隼野寛史・永田光博・宮腰靖之 (1999). 北海道北部増幌川におけるサクラマス幼魚の秋季放流試験 1. サイズの異なる4群の栄養状態と冬季の生残率. 北海道立水産孵化場研究報告, 53, 39-47.
- Hillman T. W., Griffith J. S. and Platts W. S. (1987). Summer and winter habitat selection by juvenile Chinook Salmon in a highly sedimented Idaho stream. Transactions of the American Fisheries Society, 116, 185-195.
- 北海道立水産孵化場 (2006). 平成15・16年度 サケ・マス保護水面管理事業調査実績書, 1-26.
- 兵藤則行・塚本勝巳・大矢真知子・大久保久直 (1993). 加治川における冬期サクラマス幼魚の分布と摂餌. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 19, 27-38.
- 井上 聡・石城謙吉 (1964). 冬期の河川におけるヤマメの生態. 陸水学雑誌, 29(2), 27-36.
- 井上幹生・中野 繁 (1994). 小河川の物理的環境構造と魚類の微生物息場所. 日本生態学会誌, 44, 151-160.
- Johnson, S. W., J. Heifetz, and K. V. Koski (1986). Effects of logging on the abundance and seasonal distribution of juvenile Steelhead in some southeastern Alaska streams. North American journal Fisheries Management, 6, 532-537.
- 河村 博・村上 豊・鷹見達也・小林美樹・工藤博則・長江真樹・山内皓平 (1994). 秋放流したサクラマス幼魚の河川生活様式. 魚と水, 31, 205-211.
- 小林美樹・村上 豊・岩見俊則・岡田鳳二 (1991). サクラマスの生態学的研究 II. 古宇川に放流した池中継代サクラマスの降海行動. 北海道立水産孵化場研究報告, 45, 63-75.
- 小林美樹・野上 毅・中津川 誠 (2001). サクラマスの越冬生息場環境の創造. 北海道開発土木研究所月報, No.583, 2-10.
- 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, 14-156.
- 真山 紘 (1995). 越冬時サクラマス幼魚の生活と河川環境. 魚と卵, 164, 33-40.
- 宮腰靖之・隼野寛史・永田光博 (1999). 北海道北部増幌川におけるサクラマス幼魚の秋季放流試験 1. サイズの異なる4群の放流魚の冬季間の生残率とスマルト降河尾数. 北海道立水産孵化場研究報告, 53, 49-58.
- 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.
- Murphy, M. L., J. Heifetz, J. F. Thedinga, S. W. Johnson, and K. V. Koski (1989). Habitat utilization by juvenile Pacific Salmon (*Oncorhynchus*) in the Glacial Taku River, south-east Alaska. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46, 1677-1685.
- 中野 繁・井上幹生 (1995). 河道の直線化改修がサクラマス幼魚の微生物息場所に与える影響. 魚と卵, 164, 23-32.
- Nickelson, T. E., J. D. Rodgers, S. L. Johnson and M. F. Solazzi (1992). Seasonal changes in habitat use by juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Oregon coastal streams. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49, 783-789.
- 佐野誠三・阿部進一 (1967). サクラマス (*Oncorhynchus masou* (Broort.))の生態研究 釧路沿岸回游幼魚について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 21, 1-10.
- Solazzi, M. F., T. E. Nickelson, S. L. Johnson and J. D. Rodgers (2000). Effects of increasing winter rearing habitat on abundance of salmonids in two coastal Oregon streams. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 57, 906-914.
- 杉若圭一・小島 博 (1979). 厚田川における降海型サクラマス幼魚に関する研究 1978年降海群の年齢と生態. 北海道立水産孵化場研究報告, 34, 25-39.
- 杉若圭一・小島 博 (1980). 厚田川における降海型サクラマス幼魚に関する研究 II. 1979年降海群の年齢と生態. 北海道立水産孵化場研究報告, 35, 45-52.
- 鈴木研一・永田光博・中島美由紀・大森 始 (2000). 北海道北部河川におけるサクラマス幼魚の越冬

時の微生物場所とその物理環境. 北海道立水産  
化場研究報告, 54, 7-14.  
豊島照雄・中野 繁・井上幹生・小野有五・倉茂好匡

(1996). コンクリート化された河川流路における  
生息場所の再造成に対する魚類個体群の反応. 日  
本生態学会誌, 46, 9-20

