

庄川へ放流したサクラマス降海幼魚の大きさと降海時期

田子 泰彦

(1993年4月27日受理)

The size and the period of seaward migration of masu salmon smolts released into the Shou River, Toyama

Yasuhiko TAGO^{*1)}

The 49,000 fin-clipped hatchery-reared juveniles of masu salmon *Oncorhynchus masou* were released into the lower reaches of the Shou River, Toyama Prefecture, in early February of 1992. Ninety-two of the marked juveniles were recaptured by throwing cast nets at a point 1.8 km downstream from the releasing site between March and April of the year.

Smolts appeared from middle March to late April, with the peak in late March. The fork length of smolts ranged from 12.5 to 17.1 cm, and the average was 14.3 cm, whereas the mode was from 13.0 to 13.9 cm. There was no difference between the size of female smolts and that of males. The ten-days water temperature in the river ranged from 6.5 to 13.8 °C in the period of seaward migration of smolts, and the day temperature ranged from 4.6 to 7.0 °C in late March. It was considered necessary to protect smolts migrating to the sea from game fishing for efficient stock enhancement of masu salmon.

Key words: Masu salmon, *Oncorhynchus masou*, seaward migration, smolts, Shou River, Toyama Prefecture.

サクラマス *Oncorhynchus masou* は、海面はもとより、河川で漁獲された個体でも非常に美味で高価な魚である。しかし、富山県の年間漁獲量は沿岸で26トン(1988~1990年の平均)に過ぎず、河川における唯一の漁場である神通川の年間漁獲量も、1950年代の後半までは30トンを超えることもあったが、1980年代には5トン前後に減少している^{*2)}。このため、県内の漁業者や関連業者は、サクラマスの資源量の増大を強く望んでいる。

富山県のサクラマスの増殖事業は、1969年から神通川で、1974年から神通川支流の井田川で行われており、それぞれ富山漁業協同組合(以下、富山漁協という)と婦負漁業協同組合が毎年4~5月に体重1~3gの当歳魚(0+)を放流してきた。その後、富山漁協は、1970年代半ばから断続的にはあるが、体重約10gの当歳魚(0+)の秋(9月下旬)放流も実施している。一方、富山県水産試験場は、1986年から神通川で、1988年からは庄

*1) 富山県水産試験場 (Toyama Prefectural Fisheries Experiment Station, Namerikawa, Toyama 936, Japan)

富山県水産試験場業績A第30号

*2) 「富山県農林水産統計年報」北陸農政局富山統計情報事務所編、1950~1990年

川で、スモルト化盛期前の幼魚の放流を行ってきたが、現在までのところ、放流魚の推定回帰尾数と回帰率は21~308尾、0.02~0.43%といずれも低い水準にとどまっている(若林 1991)。

サクラマス幼魚の生残率の向上や放流技術の確立のためには、河川における幼魚期の生態を明かにする必要があるが、本県におけるこれらの知見はほとんどない。本研究は、スモルト化盛期前に放流したサクラマス降海幼魚の大きさとその降海時期を明らかにすることを目的として、本県西部域を流れる庄川の下流域において標識魚の放流・追跡を行った。

調査河川の概要

庄川は、岐阜県北西部の庄川村の烏帽子岳(標高1,625 m)に源を発し、富山県南西部の山間部を北流し、砺波平野から富山湾に注ぐ、平均河床勾配1/120~1/800、流路延長115 km(富山県内63 km)、流域面積1,180 km²の河川である(Fig. 1)*¹⁾。

可児(1944)の河川形態型の区分に従えば、合ロダムから下流2~3 kmがAa-Bb移行型に、それより下流の和田川との合流点まではBb型に、和田川との合流点付近からの下流域はBc型に該当する。サクラマスのそ上は、本流では大部分が合ロダムまでであるが、一部は魚道を上って更に小牧ダムまで、支流では和田川ダムまでである。

標識幼魚の放流地点は、河口から6.8 kmの地点にある大門大橋の上流約1.8 km(St. 1)にある小さい淵である。放流魚の採捕を行った調査地点は、大門大橋の真下にある大きな淵の一部で(St. 2)、1992年の春から初夏にかけてサクラマス親魚が最も多く採捕された場所でもあった。これより下流の和田川との合流点までの間(約1.5 km)には小さい淵が2か所あるのみで、合流点から下流は砂泥域となっている。

1986年から1990年までの年平均河川流量は小牧(河口から27.5 km)で92.90 トン/秒、大門で27.26 トン/秒である。この2地点の流量差からもわかるように、合ロダムにおいて農業及び工業用水等で大量に取水されるので、合ロダムから下流の和田川の合流点までは流量が極端に減少する。この傾向は、夏期の渇水期において特に著しい。調査地点の大門では、サクラマス幼魚の降海移動期にあたる3月の流量は59.90 トン/秒で1年の中で最も多く、4月の40.99 トン/秒も9月の55.43 トン/秒に次いで3番目に多い(Table 1)*²⁾。

材料と方法

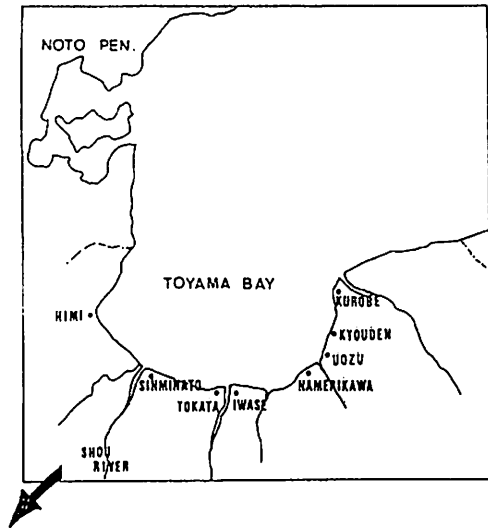
標識に用いたサクラマス幼魚は、庄川に遡上した2歳魚(2⁺)の雌と庄川遡上系1代目の1歳魚(1⁺)の雄を親とする卵を庄川養魚場でふ化・育成して得た49,000尾(平均尾叉長13.0 cm、平均体重23.3 g)であり、脂鱗と右腹鱗を切除した後、1992年2月5日に大門大橋の上流約1.8 km(St. 1)の地点に放流した。

放流魚の採捕は、1992年3月から4月の各旬に1回(計6回)、大門大橋直下から約50 m下流までの左岸の淵(St. 2)で、投網を用いて行った。投網の目合と大きさは12節700目で、1回の調査の投網回数は約15回とした。なお、1992年の10月に放流地点より約14 km上流で行ったサクラマス幼魚調査において、12節の投網では尾叉長9.9 cm、体重10.0 g以上の幼魚が採捕されたことから、本調査で入網した放流魚の中に、網目からの逸脱はない

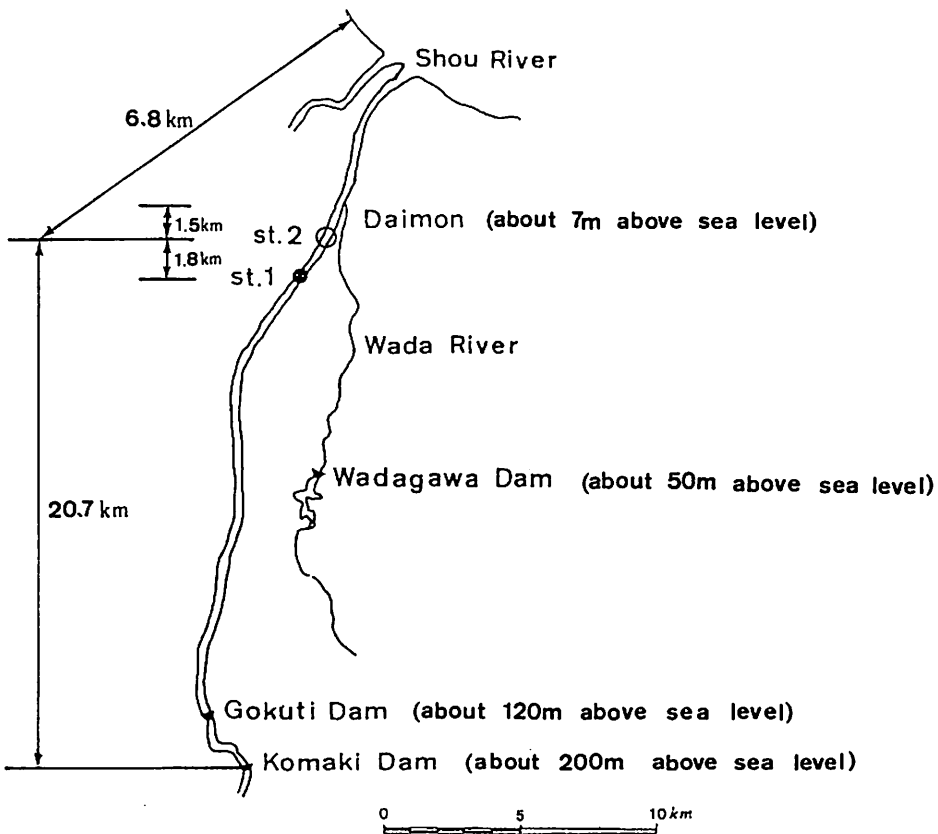
*1)「とやまの河川」建設省北陸地方建設局・富山県編 1988年

*2)「流量年報」建設省河川局編・日本河川協会刊 1988~1992年

Fig. 1 Map showing the location of the Shou River. Closed circle indicates releasing site (st. 1) and open circle indicates sampling site (st. 2).



Toyama Bay



ものと判断した。

採捕魚は氷冷して実験室に持ち帰り、スモルト化の進行度合、尾叉長及び体重を測定した後、開腹して雌雄を確認した。肥満度は尾叉長と体重から次式によって算出した。

$$\text{肥満度} = (\text{体重} / \text{尾叉長}^3) \times 1000$$

Table 1. Changes in Monthly average discharge at Komaki and Daimon in the Shou River during 1986-1990.

Month	Discharge (m ³ /sec.)	
	Komaki	Daimon
Jan.	86.02	17.28
Feb.	93.47	27.54
Mar.	103.92	59.90
Apr.	130.06	40.99
May	118.86	25.02
Jun.	101.42	22.03
Jul.	99.57	27.86
Aug.	76.24	9.70
Sept.	106.64	55.43
Oct.	65.14	16.80
Nov.	62.93	13.86
Dec.	71.74	17.44
Average	92.90	27.76

放流後の魚体の大きさを比較するために、標識に用いた魚と同じ群の一部(約5,000尾)を1.7 m × 16.4 mの長方形の池1面で継続飼育(以下、飼育魚という)した。飼育水は地下水と湧水の混合水を用い、注水量は約250 ℓ/分、飼育密度は約5 kg/m²、餌は魚体重の約1%のニジマス育成用配合飼料(ペレット)を与えた。そして、河川において降海移動がほぼ終了すると推定された4月17日に、雌雄別、スモルト化の進行度合別に尾叉長、体重を測定し、肥満度を算出した。

スモルト化の進行度合の判定は、「パー型」、「パーとスモルトの中間型」(以下、中間型という)及び「スモルト型」の3型に分けて行ったが、この3型は、久保(1980)の基準に従うと、それぞれ、パー、前期スモルト、中期～後期のスモルトに該当する。

沿岸域における標識魚の混獲状況を明らかにするために、3月上旬から5月下旬までの間、富山市四方市場では各旬2回以上、氷見、新湊、岩瀬(富山市)、

滑川、魚津、経田(魚津市)及び黒部の各市場では月1回以上の標識魚の混獲調査を行った。

河川水温は大門大橋の上流約3 km地点で毎日測定しているデータ(庄川養魚場資料)を、海面水温は河川水温の影響を受けやすい条件にある魚津水族館前で毎日測定しているデータ(魚津水族館資料)を用い、各旬の表面水温範囲とその平均水温(℃)を示した。

結 果

標識魚再捕尾数と魚体の大きさ 各調査日毎の採捕尾数、尾叉長、体重及び肥満度をTable 2に示した。3月5日から4月22日までの間にサクラマスの雄51尾、雌41尾の計92尾を採捕したが、鰭の切除部位の調査結果から、これらはすべて標識放流魚と判断した。再捕尾数は3月5日15尾、3月17日13尾、3月27日34尾、4月8日15尾、4月17日7尾、4月22日8尾で、5月11日は再捕がなく、3月下旬に最大の再捕尾数が得られた。

再捕魚の尾叉長と体重の平均は、13.2~16.0cm, 26.6~51.6gの範囲にあり、経旬的に大型化する傾向が見られた。しかし、肥満度の平均は11.3~12.2の範囲で変動し、傾向的变化はなかった。

スマルト化の進行度合別、性別の尾叉長、体重及び肥満度の平均値と範囲をTable 3に、スマルト化の進行度合別の尾叉長の頻度分布をFig. 2に示した。「スマルト型」の尾叉長の範囲とモードは、再捕魚が12.5~17.1cm, 13.0~13.9cm, 飼育魚が11.8~16.8cm, 14.0~14.9cmに、「中間型」のそれは、再捕魚が11.3~17.0cm, 12.0~13.9cm, 飼育魚が11.5~15.8cm, 13.0~13.9cmに、「パー型」のそれは、再捕魚が12.4~19.1cm, 15.0~16.9cm, 飼育魚が9.2~16.7cm, 11.0~11.9cmであった。また、「スマルト型」の平均尾叉長は、再捕魚の雌が14.4cm, 雄が14.2cm, 飼育魚の雌が14.3cm, 雄が14.3cmであり、両者に大差はなかった。再捕魚の「スマルト型」の尾叉長と体重の平均はいずれも「パー型」のそれらより小さかったが、逆に飼育魚では「スマルト型」が「パー型」を上回った。肥満度の平均は「パー型」, 「中間型」, 「スマルト型」とともに再捕魚が飼育魚のそれを上回った。

性比とスマルト化の進行度合 再捕魚の性比をTable 2に示した。3月5日の採捕個体に占める雌の割合は86.7%であったが、3月17日から4月17日までは26.7~57.1%と雌の比率が低下し、4月22日には全てが雄で占められた。なお、再捕魚全体の雌の性比は44.6% (41尾/92尾), 飼育魚のそれは44.9% (120尾/267尾) であった (Table 3)。

スマルト化の進行度合をFig. 3に示した。「スマルト型」は3月17日から4月22日まで12.5~79.4%の範囲で出現し、ピークは3月27日の79.4%であった。雌雄別にみると、雌では3月5日に「中間型」が92.3%を占め、その時点で「スマルト型」は出現しなかった。3月17日から4月17日の間は「スマルト型」が75.0~100.0%を占め、他は全て「中間型」であった。「パー型」は3月5日に1個体 (7.7%) 出現した。

雄では、3月5日はすべてが「中間型」であったが、3月17日から4月8日までは「スマルト型」が9.1~63.2%を、4月22日には12.5%を占め、ピークは3月27日の63.2%であった。「パー型」は3月17日以降全調査時にみられ、4月17日から4月22日の間は87.5~100.0%を占めた。

市場調査 サクラマス水揚げ状況調査は、1992年3月3日から同年5月30日までの間に、四方市場では延べ42日、氷見、新湊、岩瀬、滑川、魚津、経田及び黒部の各市場では合わせて延べ34日実施し、そのうち標識魚は、四方市場で3月23日 (尾叉長25.0cm, 雌雄不明), 4月2日 (尾叉長16.2cm, 雌), 4月7日 (尾叉長18.7cm, 雌) に各1尾、黒部市場で4月24日 (尾叉長18.6cm, 雌) に1尾の計4尾発見された。これらはいずれも定置網で漁獲されたものであった。

水温 調査期間 (1992年2~5月) の庄川における河川表面水温、養魚場の飼育表面水温及び富山湾沿岸の海面表層水温の平均値と範囲の旬別変化をFig. 4に示した。2月上旬から3月下旬の河川水温の平均値は6.2~7.4°Cであり沿岸水温 (8.6~9.8°C) に比べ低かったが、4月上旬には9.0°Cに上昇し、4月下旬には13.8°Cと海面のそれを0.5°C上回った。「スマルト型」の出現した3月中旬から4月下旬の平均河川水温は6.5~13.8°Cで、そ

Table. 2. Changes of sex ratio, fork length, body weight and condition factor of marked juvenile masu salmon recaptured at the reaches of the Shou River in 1992.

Sampling date	Sampling time	Number of fish				Fork length (cm)		Body weight (g)		Condition factor*	
		Male	Female	Total	Ratio of female(%)	Mean±S.D.	Range	Mean±S.D.	Range	Mean±S.D.	Range
Mar. 5	14:00-14:30	2	13	15	86.7	13.2±0.8	11.3-14.6	26.6±5.0	16.7-36.9	11.4±0.5	10.3-12.2
Mar. 17	14:30-15:00	8	5	13	38.5	14.1±1.1	12.3-16.2	34.9±8.1	26.9-56.7	12.2±1.0	11.0-14.5
Mar. 27	14:00-14:30	19	15	34	44.1	14.4±1.3	12.5-17.2	35.7±11.4	22.3-67.0	11.7±0.6	10.5-13.4
Apr. 8	11:30-12:00	11	4	15	26.7	15.3±1.5	12.2-17.1	42.5±12.3	20.2-60.7	11.6±0.6	10.3-12.5
Apr. 17	11:30-12:00	3	4	7	57.1	16.0±1.0	14.3-17.3	49.9±12.0	31.3-66.3	11.3±1.0	10.3-13.5
Apr. 22	15:30-16:00	8	0	8	0.0	15.9±1.8	12.4-19.1	51.6±17.5	21.5-84.2	12.2±0.9	10.9-14.2
May 11	14:30-15:00	0	0	0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -

* Condition factor: (body weight/fork length³)×1000

Table 3. Changes of fork length, body weight and condition factor of juvenile masu salmon recaptured at the lower reaches of the Shou River during March to April in 1992, and non-released juvenile masu salmon reared continuously at the Shougawa hatchery at the date of April 17 in 1992.

Sample	Type of smoltification	Sex	Number of Sample	Fork length (cm)		Body weight (g)		Condition factor*	
				Mean±S.D.	Range	Mean±S.D.	Range	Mean±S.D.	Range
Recaptured	Parr	Female	1	14.6±0.0	14.6—14.6	36.9± 0.0	36.9—36.9	11.9± 0.0	11.9—11.9
		Male	19	15.9±1.5	12.4—19.1	51.3±15.3	21.5—84.2	12.3± 0.8	10.7—14.2
	Parr-smolt	Female	14	13.1±0.8	11.3—14.5	26.0± 4.3	16.7—33.8	11.5± 0.6	10.3—12.9
		Male	15	14.8±1.4	12.2—17.0	40.1±11.5	20.2—62.5	12.1± 0.8	11.1—14.5
	Smolt	Female	26	14.4±1.3	12.5—17.1	34.3± 8.4	22.3—54.1	11.3± 0.7	10.3—13.1
		Male	17	14.2±1.2	12.5—17.0	34.0± 9.0	22.6—56.4	11.5± 0.4	10.8—12.7
Non-released	Parr	Female	13	12.4±1.1	10.2—13.9	22.2± 7.8	11.0—36.4	11.1± 1.6	8.3—13.6
		Male	137	12.4±1.7	9.2—16.7	23.6±10.2	7.3—55.5	11.6± 1.3	6.7—14.2
	Parr-smolt	Female	19	13.3±1.1	11.5—15.8	24.1± 6.5	13.4—43.0	9.9± 0.8	8.2—11.1
		Male	1	12.4±0.0	12.4—12.4	21.5± 0.0	21.5—21.5	11.3± 0.0	11.3—11.3
	Smolt	Female	88	14.3±1.0	11.8—16.8	30.1± 6.7	17.0—48.4	10.1± 0.7	8.1—11.6
		Male	9	14.3±1.2	12.4—16.0	29.7± 6.5	18.0—37.3	9.9± 0.6	9.1—11.0

* Condition factor: (body weight/fork length³)×1000

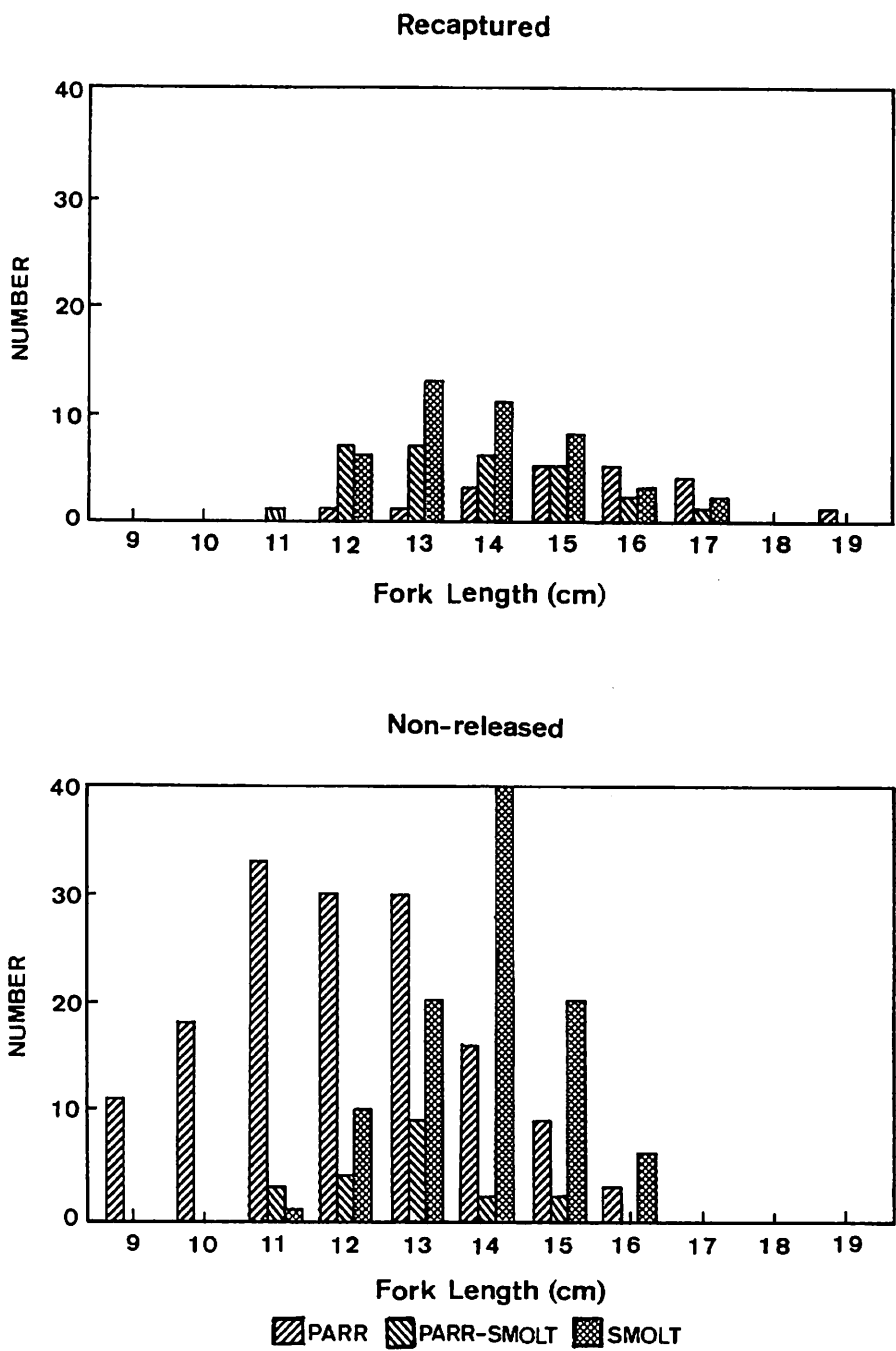


Fig. 2 Fork length distribution of juvenile masu salmon recaptured at the lower reaches of the Shou River during March to April in 1992, and non-released juvenile masu salmon reared continuously at the date of April 17 in 1992.

Upper: recaptured, Lower: non-released

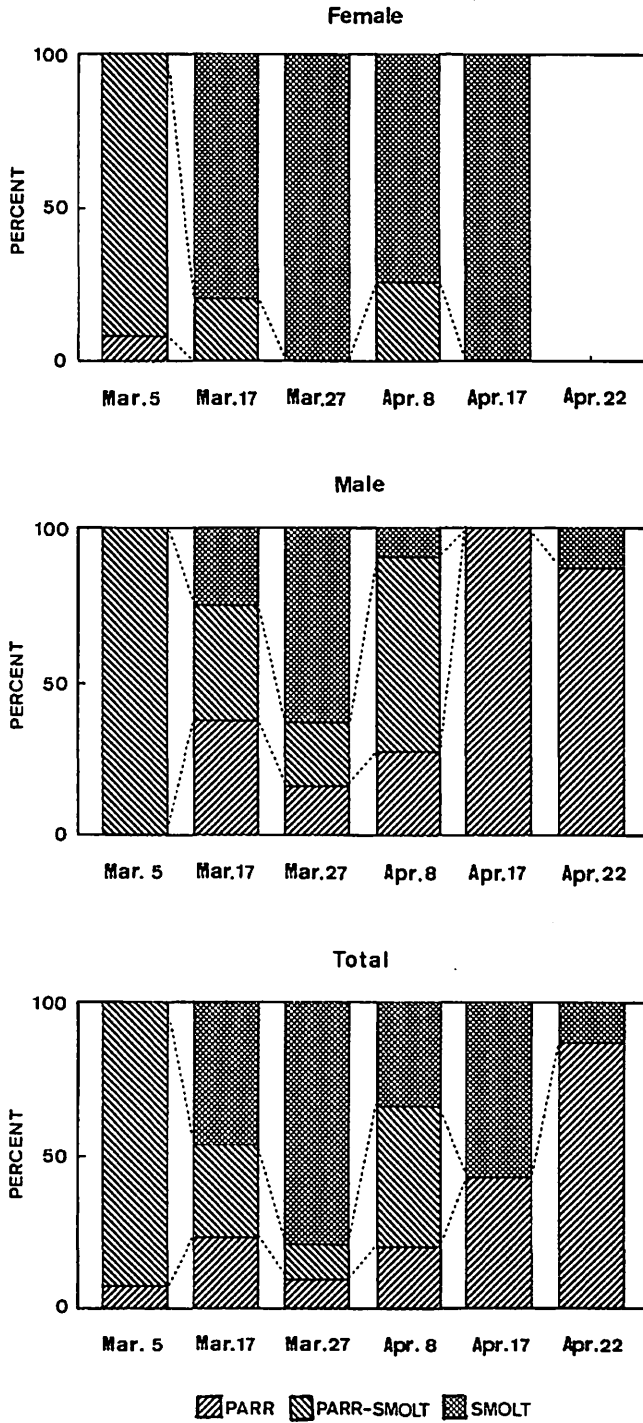


Fig. 3 Changes of smolt-transformation of marked juvenile masu salmon recaptured at the lower reaches of the Shou River in 1992. Upper: female, Middle: male, Lower: total

のピーク時の3月下旬の水温範囲は4.6~7.0℃であった。海面の平均水温は4月上~中旬にかけては10.7~12.0℃で、5月下旬は15.0℃であった。養魚場の旬別の平均水温は11.7~13.9℃の範囲で推移し、この間の変動は河川や海面のそれと比較して小さかった。

考 察

降海幼魚の大きさ 「スマルト型」の再捕魚は尾叉長において飼育魚とほぼ同じ大きさであったこと、肥満度は飼育魚に比べて高かったこと及び「パー型」においても飼育魚よりも大型であったことから (Table 3), 調査地点流域にはサクラマス幼魚が利用できる餌は十分にあり、また放流魚の環境への順応性も優れていたと推測される。

「スマルト型」の平均尾叉長は再捕魚の雌雄でそれぞれ14.4cm, 14.2cm, 飼育魚のそれはともに14.3cmであったことから、「スマルト型」の体長には性による差はないと考えられる。また、「スマルト型」の尾叉長の範囲とモードは再捕魚で12.5~17.1cm, 13.0~13.9cm, 飼育魚で11.8~16.8cm, 14.0~14.9cmであったことから、庄川上系のサクラマス幼魚の「スマルト型」の個体は尾叉長12cm以上で出現し、その主体は13.0~14.9cm, また、河川に滞留中の最大の尾叉長は約17cmと考えられる。

降海時期 サクラマス幼魚の採捕尾数は、3月上旬から4月上旬までの旬別では13~

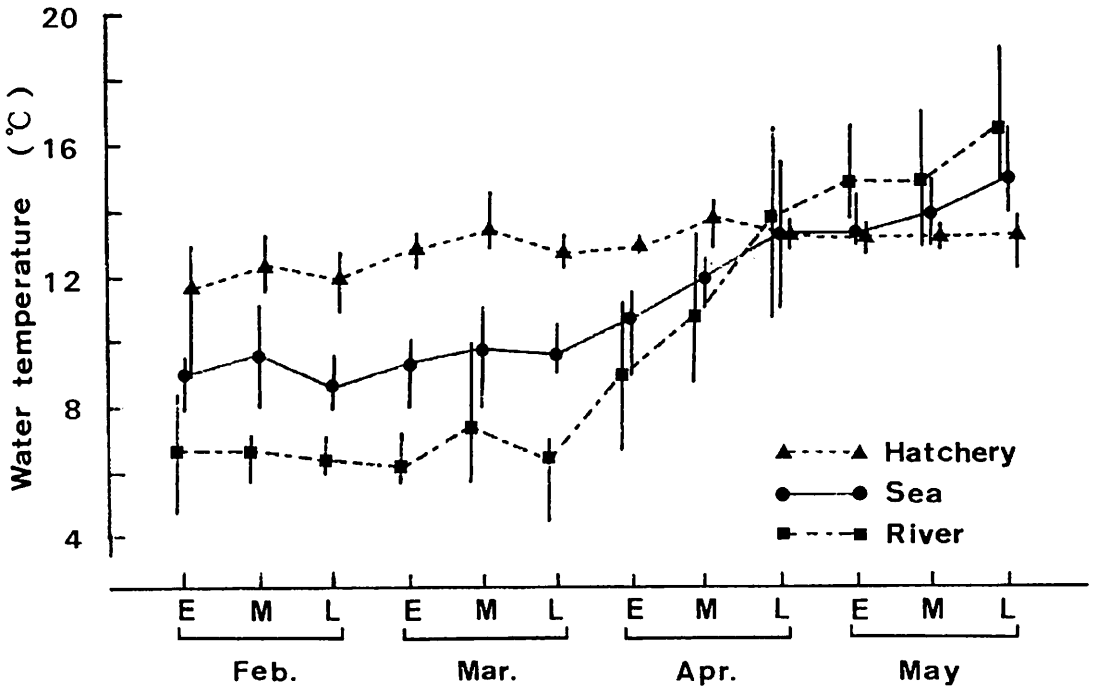


Fig. 4 Ten-day changes in water temperature at the lower reaches of the Shou River, at the Uozu coast and at the Shougawa hatchery from February to May in 1992.

34尾採捕されたが、4月中旬から下旬には7～8尾と減少し、5月には皆無となった(Table 2)。また、スモルト化の進行度合は、3月上旬では「スモルト型」の出現はなく、3月中旬以降にその度合が高まって3月下旬にそのピークを示し、4月下旬まで「スモルト型」が見られた。このことから、サクラマス幼魚は3月中旬から4月下旬にかけて降海移動を行い、そのピークは3月下旬にあったと考えられる。久保(1965)は北海道南部地域の河川では4月下旬から5月上旬に、また真山ら(1986, 1987)は北海道南部日本海側の尻別川では5月の中旬にスモルトの降海盛期があったと報告しており、今回の結果は、これらと比べると1か月以上も早い。

なお、3月27日に一時的に再捕数が急増したが、3月25日から31日にかけて、通常は和田川に流れていた水が合ロダムから下の庄川本川に流されたため、調査地点の流量が明らかに増加していた。このため、この増水によって降海行動が刺激された可能性もあり、今後この点についても検討する必要がある。

角(1982)は、富山湾沿岸域におけるサクラマス幼魚の出現のピーク時期は4月上旬から中旬であり、その時期の沿岸表面水温は10～11℃であったと報告している。今回行った市場調査では幼魚が3月下旬から4月下旬まで採捕されたことから、角(1982)の結果と相違することはなかった。

富山県の内水面漁業調整規則ではヤマメは3月1日以降、解禁となっている。他県で行われたサクラマス幼魚のスモルト化率の調査例をみると、3～7月に釣られたヤマメのスモルト化幼魚の割合が、岩手県では39%、石川県では15%であった(石田 1982)。サクラマスの場合、スモルト化盛期前の幼魚まで育成するのに約1年半を要し、また、増殖場での生産可能尾数には物理的制約がある。スモルト化幼魚の河川内での減耗要因の一つとして釣りがあり、種苗放流による増殖効果の向上には放流後の河川内でのその減耗を抑える必要がある。北海道では、サクラマス幼魚の保護区域、保護期間を設置することで増殖の効果を上げている(真山 1989)。庄川では、サクラマス幼魚の保護のために1993年から小牧ダムより下流域におけるヤマメ釣りの解禁日が従来の3月1日より4月1日に延期された。今回の調査でサクラマス幼魚の降海時期のピークが3月下旬と推定されたことから、この措置は適切であったと言える。さらに降海幼魚の一部は4月中も河川に滞留していることが明らかになったことから、今後の調査次第では、解禁日の再延長や保護区域の設定なども考慮していく必要がある。また、今回の調査では、1991年の秋に放流したサクラマス幼魚や天然魚が採捕されず、これらの降海幼魚の大きさや降海時期については明らかにできなかった。今後、スモルト化盛期前の放流魚だけでなく、天然魚や秋放流魚の生態を明らかにすることにより、河川の生産力を有効に利用したサクラマス資源の増殖方法を確立することが必要である。

要 約

サクラマス降海幼魚の大きさと降海時期を明らかにするために、1992年2月のスモルト化盛期前に鰭切除を施した標識魚49,000尾を富山県西部の庄川下流域に放流した。その追跡調査を放流地点より1.8km下流で、3～4月に実施し、92尾の標識魚を再捕した。

その結果、降海幼魚の尾叉長の範囲は12.5～17.1cm、平均値は14.3cm、モードは13.0～

13.9cmであった。また、降海幼魚の体長には性による差はなかった。幼魚は3月中旬から4月下旬にかけて降海移動を行い、そのピークは3月下旬にあったと推定された。降海期間中の河川水温は旬平均で6.5~13.8℃、ピーク時の水温は4.6~7.0℃であった。放流による増殖の効果を高めるためには、降海期間中のサクラマス幼魚の保護対策が必要と考えられた。

謝 辞

本研究に協力していただいた庄川沿岸漁業協同組合連合会の松浦正信増殖課長と松本吉則増殖課長代理に深くお礼を申し上げます。また、本論文をとりまとめるのに当り、御助言、御校閲をいただいた水産庁北海道さけ・ますふ化場生態室長真山紘博士と当水産試験場長正木康昭博士に深謝します。

また、データ整理にご協力いただいた魚躬真由美さんと西野キヨ子さんにお礼を申し上げます。

文 献

- 石田力三 1982. ヤマメ釣りにおけるスマルト化稚魚の混獲率について. 昭和56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(2), 北海道さけ・ますふ化場: 45-47
- 可児藤吉 1944. 溪流性昆虫の生態. 古川晴男編「昆虫」上, 研究社, 東京
- 久保達郎 1965. サクラマス幼魚の変態に及ぼす高水温の影響. 北海道さけ・ますふ化場研報 19: 25-32
- 久保達郎 1980. 北海道のサクラマス生活史に関する研究. 同誌 34: 1-95
- 真山 紘 1989. サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の交換移殖試験. 1 北海道オホーツク沿岸の斜里川と日本海沿岸の尻別川のサクラマス生物特性の比較, 同誌43: 79-97
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一 1986. サクラマスのスマルト化幼魚の放流試験 - 1985年における帰帰 -. pp. 82-91, 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), 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一 1987. サクラマスのスマルト化幼魚の放流試験 - 1986年における帰帰 -. pp. 19-30, 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), 北海道さけ・ますふ化場.
- 角 祐二 1982. 富山県沿岸域におけるサクラマス幼魚の生態. pp. 53-59, 昭和56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(2), 北海道さけ・ますふ化場.
- 若林 洋 1991. 昭和60年度~平成元年度 降海性ます類増殖振興事業報告書. 富山県水産試験場: 49-52