

神通川におけるサケ稚魚の降海終期と大きさ

田子 泰彦

(2008年3月24日受理)

Last resident period and size of chum salmon fry in the Jinzu River during seaward migration

Yasuhiko TAGO*¹

The last resident period and the size of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, fry in freshwater during seaward migration were investigated in the Jinzu River from 1999 to 2002. The juveniles were collected with a fine - meshed cast net at the site 5 - 6 km from the mouth of the Jinzu River from late April to early June. Chum salmon fry were resident until late May, but not captured in early June. Water temperatures of the Jinzu River exceeded 15 °C in early June. Fork length of chum salmon fry captured in the Jinzu River ranged from 4.1 cm to 7.5 cm, and the fry size of 7.5 cm was equal to the size of the individuals moving offshore in the nearby sea. It is considered that the fry reached around 7.5 cm in the river while descending to the sea successively. These facts indicate that chum salmon fry can inhabit in the Jinzu River until late May, and suggest that the last period of releasing chum salmon fry, which is now late March, can be prolonged to a later period which would aid in propagating chum salmon resources more effectively by releasing larger fry.

Key words: Chum salmon fry, seaward migration, resident period, Jinzu River

人工ふ化放流技術の向上並びに国と県の補助による放流事業の拡大に伴い、近年、本州のサケ *Oncorhynchus keta* の回帰尾数は飛躍的に増加した (帰山 2002)。しかし、最近ではサケ需要の伸び悩みと国と県の財政事情の悪化から、放流事業の規模は現状維持あるいは縮小の方向にあり、本州のサケの回帰尾数には減少傾向が認められる (帰山 2002, 村木 2004)。

従来、サケの稚魚放流は、大部分を国と県の補助による放流事業に依存してきたため、日本海側の本州各県におけるサケ稚魚の放流時期は、会計年度の終わりである3月末までのことが多かった。しかし、この放流時期については、サケ稚魚の生態に合致した最適のものであるかどうかは、検証の余地が残されているように思える。

北海道では河川調査によるサケ稚魚の降海時期や盛期に関する報告がいくつかみられる (帰山・佐藤 1979, 真山ら 1982, 1983)。しかし、本州においてはサケ稚魚がいつまで河川に滞留しているかに言及した報告はほとんどみられない。本研究では、本州におけるサケ稚魚のより効果的な放流時期を検討するために、日本のサケ分布の南限に近い北陸地方の神通川において、サケ稚魚の降海期間の終期とサイズの上限を明らかにした。

*¹ 富山県水産試験場 (Toyama Prefectural Fisheries Research Institute, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)
富山県水産試験場業績 A19 第3号

材料と方法

サケ稚魚の採集 サケ稚魚の定量採集は河口から5～6 kmの神通川下流域 (Fig.1) において、1999～2002年の4月下旬～6月上旬にかけて、原則として半月に1回行った。サケの採捕は28節の投網により、川舟から30回打網することにより行った。採集したサケ稚魚は氷冷して水産試験場に持ち帰り、尾叉長と体重を測定した。また、神通川におけるサケ稚魚放流の最終日を放流実施体である富山漁業協同組合の資料より調べた。

一方、庄川および黒部川 (Fig.1) の下流域において、1996～2003年の3～5月にアユ稚魚の採集 (28節の投網を使用) の際に混獲されたサケ稚魚の尾叉長と体重を測定した。神通川を含むこれら河川で採集されたサケ稚魚の体サイズと1995年に神通川河口2～3 km沖の富山湾の定置網で混獲されたサケ稚魚の体サイズ (水産庁1996) と比較した。

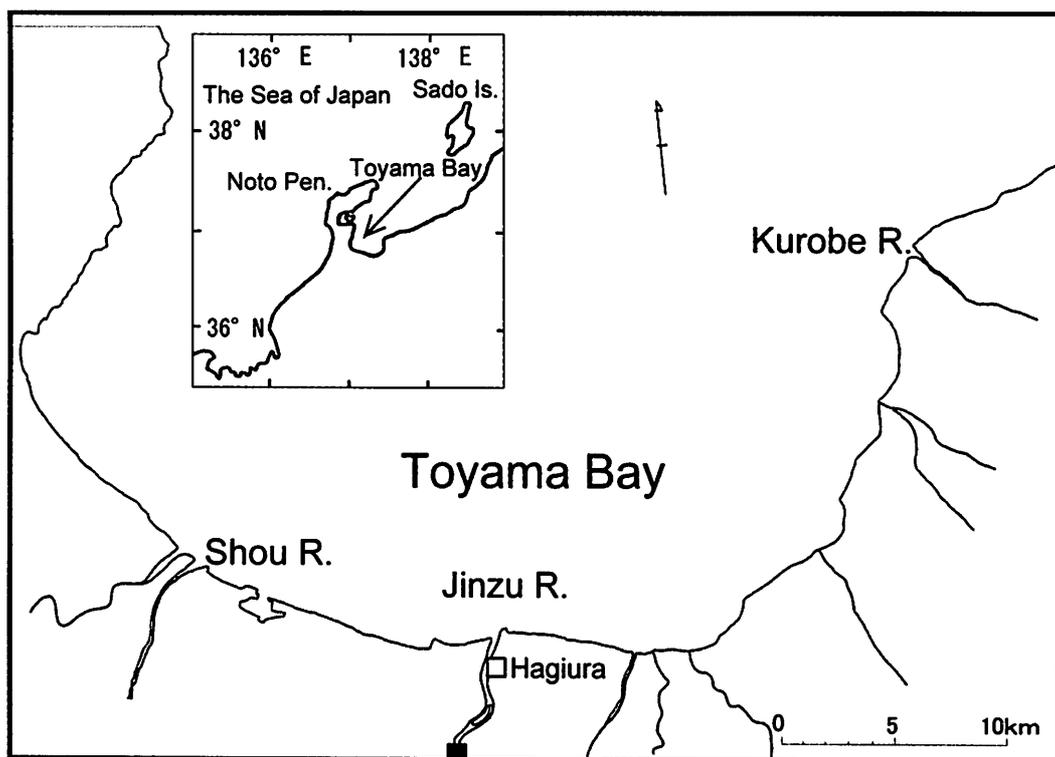


Fig.1. Map showing the location of Toyama Bay, the Shou, Kurobe and Jinzu Rivers. Closed square indicates the site where chum salmon fry were captured.

富山湾，神通川，庄川および黒部川の位置図。■はサケ稚魚の採集地点。

水温と河川流量 1999～2002年における神通川河口付近の水温は、河口から約2 kmに位置する国土交通省富山河川国道事務所萩浦橋観測所におけるデータにより、河口から7 kmに位置する神通大橋の河川流量は、流量年表により調べた。

結 果

神通川下流域におけるサケ稚魚の採集日、採集尾数および尾叉長をTable 1に示した。サケ稚魚が最も遅く採集された旬は、1999年と2000年では5月上旬、2001年では5月下旬（21日）、2002年では4月下旬であった。また、4カ年とも6月上旬にはサケ稚魚は1尾も採集されなかった。1999～2002年の神通川におけるサケ稚魚放流最終日は、順に3月25日、3月27日、3月26日および3月27日で、すべて3月下旬であった。

Table 1. Sampling date, number and mean fork length \pm SD (in parentheses) of chum salmon captured by cast net in the lower reaches of the Jinzu River from late April to early June during 1999 to 2003
神通川下流域において投網で採集されたサケ稚魚の採集日、数および尾叉長（1999～2003年）

Year	Late April	Early May	Late May	Early June
1999	28th ($N = 25$; 6.7 ± 0.4)	12th ($N = 2$; 7.0 ± 0.2)	26th ($N = 0$)	8th ($N = 0$)
2000		2nd ($N = 11$; 6.1 ± 0.3)	22nd ($N = 0$) 30th ($N = 0$)	6th ($N = 0$)
2001	25th ($N = 34$; 5.7 ± 0.7)	10th ($N = 24$; 5.8 ± 0.5)	21st ($N = 17$; 6.0 ± 0.8) 28th ($N = 0$)	7th ($N = 0$)
2002	23th ($N = 3$; 6.3 ± 0.5)	2nd ($N = 0$)	21th ($N = 0$) 31st ($N = 0$)	13th ($N = 0$)

庄川と黒部川で採集されたサケ稚魚の採集日、採集数および尾叉長をTable 2に示した。庄川や黒部川においても5月中に平均尾叉長5～7cmのサケ稚魚が採集された。

庄川、黒部川および神通川で採集されたサケ稚魚の尾叉長分布をFig.2に示した。サケ稚魚の尾叉長の上限は、庄川では7.2cm、黒部川では8.2cm、神通川では7.5cmであり、大型魚の多かった黒部川でも95%を尾叉長7.5cm以下の個体が占めた。

河川および富山湾で採集されたサケ稚魚のうち、尾叉長範囲が海域での上限である8.3cm以下から海域での下限である5.3cm以上の個体について、その尾叉長(x)と体重(y)の関係をFig.3に示した。河川での両者の関係は $y = 0.0114x + 2.92$ ($r_{1,275} = 0.947$, $p < 0.001$)、海域での両者の関係は $y = 0.0155x + 2.69$ ($r_{1,596} = 0.940$, $p < 0.001$)で示され、同じ尾叉長では海域の個体よりも河川の個体の方が体重が有意に重い傾向が認められた(共分散分析, $F=21.66$, $p < 0.001$)。

河口に近い神通川下流域の水温をFig.4に示した。各年とも水温が15℃に達するのは5月上旬からであり、6月に入るとすべての年で15℃を超えていた。神通川下流域の河川流量をFig.5に示した。各年とも4月以降に300m³/sを越える出水が何度かみられた。

Table 2. Date and fork length of chum salmon fry captured by cast net in the Shou and Kurobe Rivers during seaward migration from 1996 to 2003

庄川および黒部川において投網で採集されたサケ稚魚の採集日、数および尾叉長

River	Date	Number of chum salmon	Fork length (Mean \pm SD)
Shou River	29-May-92	1	5.9
	6-May-94	2	5.4 \pm 0.1
	11-Apr-95	21	5.1 \pm 0.6
	12-May-95	6	5.9 \pm 0.4
	10-May-97	11	5.8 \pm 0.6
Kurobe River	12-May-92	16	6.4 \pm 0.9
	19-May-92	10	6.1 \pm 0.6
	9-May-96	85	6.6 \pm 0.6
	15-May-96	26	6.5 \pm 0.6
	28-May-96	2	6.8 \pm 0.7
	21-May-99	14	6.9 \pm 0.5

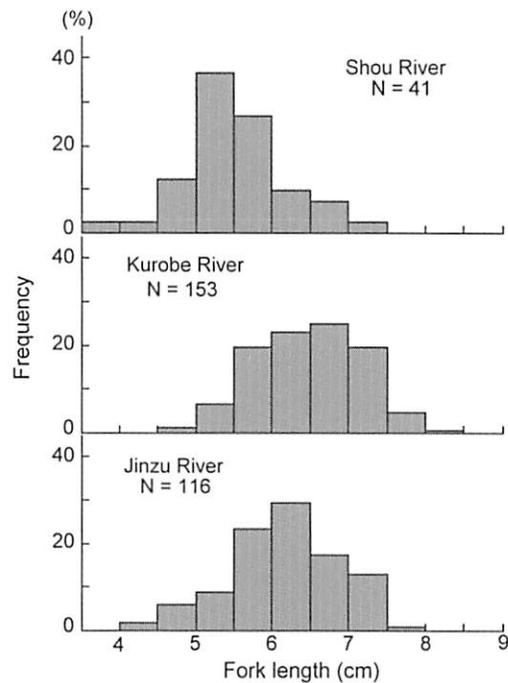


Fig.2. Fork length distributions of chum salmon fry captured in the Shou , Kurobe and Jinzu Rivers by cast net from 1996 to 2002.

庄川，黒部川および神通川で1996～2002年に投網で採集されたサケ稚魚の尾叉長分布

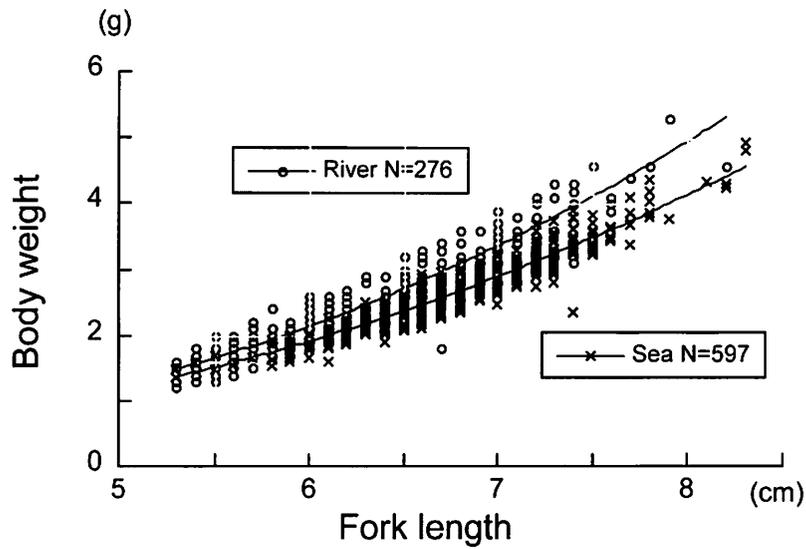


Fig.3. Relationship between fork length and body weight of chum salmon fry captured in the river and those captured in the sea.

河川で採集されたサケ稚魚と海域で採集されたサケ稚魚の尾叉長と体重の関係

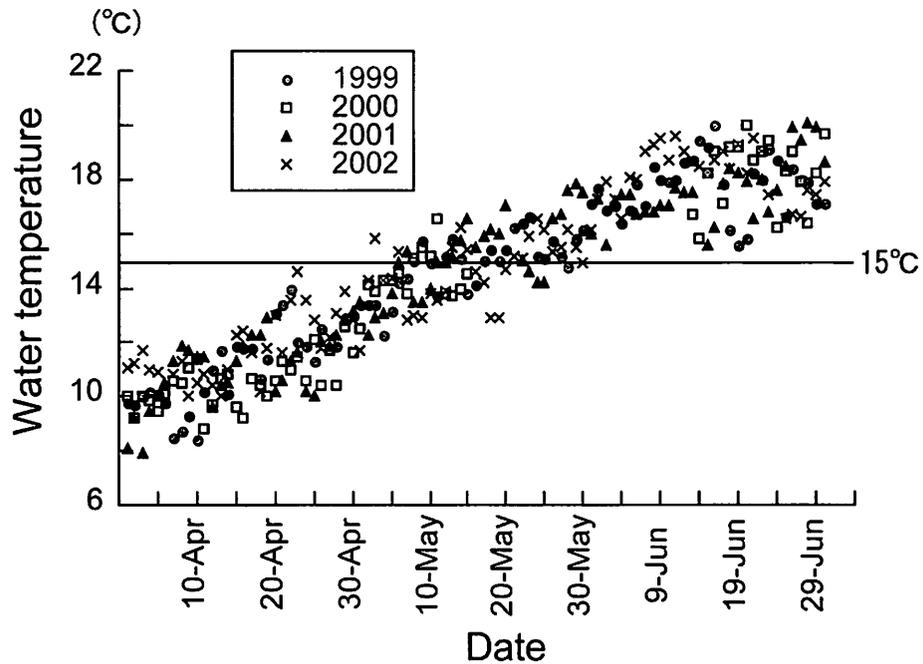


Fig.4. Daily changes in water temperature recorded at the site 2 km above the mouth of the Jinzu River from April to June during 1999 to 2002.

神通川の河口から2 km 上流地点における4～6月の水温の日変化(1999～2002年)

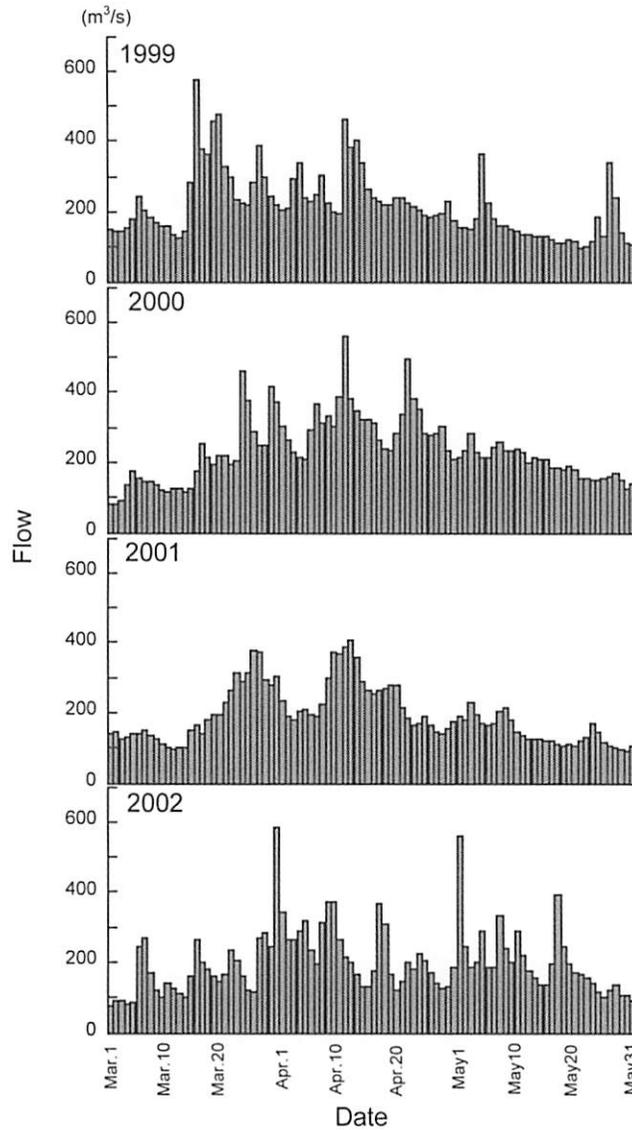


Fig.5. Daily changes in water flow at the site 7 km above the mouth of the Jinzu River from April to June during 1999 to 2002.

神通川の河口から7 km 上流地点における4～6月の河川流量の日変化(1999～2002年)

考 察

河川に滞留するサケ稚魚の大きさの上限 帰山(1986)によるサケ稚魚の発育段階の区分では、尾叉長8.0～12.0cmを後期幼魚期として、海洋生活への適応期と規定している。入江(1990)も同じ尾叉長区分の個体について形態的・生態的变化から離岸期という発育期に区分している。一方、帰山(1986)は尾叉長7.0～8.0cmで沖合移動が生じることを観察している。体長7cmを超えた個体の沖合移動は石狩沿岸でも確かめられている(真山他1982)。

水産庁北海道さけ・ますふ化場は、降海したサケ稚魚のサイズを1994年までは7.0cm未満を小

型魚，7.0cm以上を沖合移動能力を有する大型魚と区分していたのに対し（水産庁 1993，1994，1995），1995年以降では帰山（1986）の発育段階に基づいて，8.0cm未満を小型魚，8.0cm以上を大型魚と基準を変更している（水産庁 1996）。

このように，サケ稚魚の沖合移動可能な体サイズについては，発育段階の区分とフィールドでの観察結果の違いから，7.0～8.0cmでの間で多少不明確なところが見受けられる。

今回の研究では河川に滞留していたサケ稚魚の尾叉長の上限は，神通川では7.5cm，同じ富山湾に注ぐ庄川では7.2cm，黒部川では8.2cmで，黒部川でも95%を尾叉長7.5cm以下の個体が占めた（Fig.2）。これらのことから，富山県の河川に滞留するサケ稚魚の尾叉長の上限はほぼ7.5cm以下であるとみなすことができる。このサイズはサケ稚魚が沖合移動可能と報告されている体サイズとほぼ合致している。

なお，アメリカワシントン州のベリングハム湾に注ぐヌークサク川で行われた調査では，最大8.2cmの稚魚が採集されているが，ここでも7.5cm以下の個体が大部分を占めており（Tyler and Bevan 1964），富山県の河川での河川滞留サイズの上限とよく似ている。

富山湾では体長約5cmの小型個体が採集されることから（Fig.3），サケ稚魚はそのような小型サイズでも降海後の生活が可能である。一方，本調査で明らかにされたように体長5～8cmの間，河川に滞留して成長を続けるサケ稚魚も存在する。しかし，その河川滞留個体においても，サケ稚魚の海洋生活への適応可能な体サイズ（8.0cm）を超えると河川ではみられなくなることから（Fig.2），同サイズを超えた個体は順次降海していくものと考えられる。

河川と海域で採集された個体の肥満度の違い 河川および富山湾で採集された体長5.3～8.3cmの個体では，同じ体長では河川の個体の方が海域の個体よりも有意に体重が大きかった（Fig. 3）。北海道においても，放流されたサケ稚魚のうち，一部の大型個体が河川に長期間滞留して遅い時期に降海することが知られている（帰山・佐藤 1979，真山ら 1982）。河川において投網で採集した個体と市場で採集した海域での個体では，厳密な比較には難しい点もあるが，両者の明確な違いは興味深い。相分化が生じて降海型と河川残留型に分岐するサケ科魚類の場合は，残留型の肥満度が有意に高いことはよく知られているが（杉若・小島 1979，Kaeriyama 1996），すべての個体が降海するサケ稚魚で，生息域での違いによる肥満度の変化を詳細に検討した研究は見当たらない。しかし，降海したサケ稚魚の肥満度が湾内で滞泳している間に同じサイズの河川内稚魚より高くなったとの報告もあり（寺崎ら 1982），サケ稚魚では肥満度が高いほど遊泳能力が優れているとの実験結果からは，肥満度が初期生残に影響を与える要因になると考えられている（中野・白旗 1988）。

何故，肥満度の高い個体が河川に滞留しているのか，あるいは河川に滞留することにより肥満度の向上がもたらされたのか，そして，サケ稚魚にとって異なる環境のどちらが結果的に生残や成長に有利なのかについては，今後の研究にゆだねたい。

稚魚の降海終期 日本海に注ぐ北海道石狩川支流千歳川ではサケ稚魚の降海活動は3月上旬から5月上旬の間に活発に行われるとの報告がある（真山ら 1982，1983）。一方，同じ北海道でも太平洋側に注ぐ十勝川水系ではサケ稚魚は7月下旬まで河川に滞留することが明らかになっていて（帰山・佐藤 1979），サケ稚魚の降海時期には地域差の大きいことが伺われる。神通川では3月中にサケ稚魚の放流が終わり，4月以降に何度かの大きな出水があったにもかかわらず，サケ稚

魚は5月下旬まで採集されたこと (Table 1, Fig.5), 同じ富山湾に注ぐ庄川や黒部川においても, 5月下旬までアユ稚魚採集の際にサケ稚魚が混獲されていることから (Table 2), 神通川でのサケの降海 (生息) 期間の終期は, 遅い年では5月下旬になると推定される。

サケ稚魚が富山湾からいなくなるのは水温が15℃を越える5月中下旬頃と報告されている (角 1984)。神通川でのサケ稚魚の降海終期は5月下旬頃で, その時の河川水温は約15℃であったことから, 降海時期の終期に富山湾に降った稚魚は富山湾の沿岸にはほとんど滞留することなく, 日本海を北上したものと推測される。

サケ稚魚の放流適期 富山県でのサケ稚魚の放流適期は3月中下旬とされている (角 1984)。しかし, 今回の調査で神通川でのサケ稚魚の降海終期は5月下旬頃と推定されたこと, 富山湾での大型個体と小型個体の出現のピークがともに4月下旬であること (水産庁 1993), および1990～1994年に庄川の河川敷の素掘池において, 4月以降には飼育池末端の堰板を外していつでも自由に本川に下れるように飼育されていたサケ稚魚は, 4月上中旬のある日に突然姿を消して降海したこと (沼・田子 未発表) を考え合わせると, 現在3月末までに終えるように実施されている富山県におけるサケ稚魚の放流は, 放流効果という見地からは, 4月にずれ込んでも問題はないものと考えられる。

稚魚を淡水から全海水に急激に移行させた実験によると, 卵黄を吸収したサケ稚魚では, 成長に伴って徐々に海水適応能力が低下していくという実験結果が報告されている (Houston 1961, Iwata *et. al.* 1982, Kojima *et. al.* 1993)。しかし, サケ稚魚は汽水域を経て河川から海に移行するため急激な塩分変化を受けないこと, サケ稚魚は河口海域への降海直後には, 塩分躍層の上に定位置して海水馴致していることが報告されていること (Iwata and Komatsu 1984), 体サイズの大きな稚魚の方が他の魚種から捕食されにくいことが知られていること (木曾・熊谷 1989, 田子 2004), 北海道さけ・ます管理センターの指導マニュアルでは体重1 g以上の大型個体での放流を推奨していること (さけ・ます管理センター 2004), 放流時期を遅らせてより大型で放流することはより高い回帰率につながるということが知られていることから (Mayama 1982, 帰山 2002), サケの分布では本州南端に位置する富山県での4月におけるサケ稚魚の放流は, より大型サイズでの放流が可能になり, その回帰効果は3月中の放流よりも高まる可能性を示唆している。

謝 辞

本論文をとりまとめるに際しては, (社) 北海道栽培漁業振興公社技術顧問真山 紘博士に多くの貴重なご助言をいただいた。サケ稚魚の採集に当たっては, 神通川の川漁師 (故) 稲垣勝友氏のご協力をいただいた。本研究の一部は河川内有効利用調査研究費 (富山県) によった。ここに, 心を込めて感謝の意を表す。

要 約

サケ稚魚の降海終期と大きさを1999～2002年に神通川で調べた。サケ稚魚は河口から5～6 km上流の神通川で4月下旬から6月上旬にかけて投網により採集した。サケ稚魚は5月下旬まで出現したが, 6月上旬には採集されなかった。河口付近の神通川の水温は5月下旬までは15

℃以下であったが、6月上旬には15℃を超えた。神通川で採集されたサケ稚魚の尾叉長は4.1～7.5cmであり、河川で尾叉長7.5cm付近に達したサケ稚魚は順次海に降っていくものと考えられた。尾叉長の上限7.5cmは沿岸生活期サケ稚魚の沖合移動可能な体サイズとほぼ同じであった。3月中下旬までとされている現在のサケ稚魚の放流時期は、4月以降のより遅い時期に遅らすことが可能であること、そしてそれはより大きい体サイズでの放流が可能になることから、サケ資源をより効果的に増大させることにつながることを示唆された。

文 献

- Houston, A. H., 1961. Influence of size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) to sea water. J. Fish. Res. Bd. Canada, 18(3): 401–413.
- 入江隆彦 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究. 西海区水産研究所研究報告, 68: 1–142.
- Iwata, M., S. Hasegawa and T. Hirano 1982. Decreased seawater adaptability of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fry following prolonged rearing in freshwater. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 509–514.
- Iwata, M. and S. Komatsu 1984. Importance of estuarine residence for adaptation of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fry to seawater. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 744-749.
- 婦山雅秀・佐藤愁一 1979. 十勝川におけるサケ稚魚の成長と食性に関する調査—Ⅲ(1977年, 稚魚の降海移動期と成長および摂餌活動との関係). 水産庁北海道さけ・ますふ化場研究報告, 33: 47–73.
- 婦山雅秀 1986. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活に関する生態学的研究. 水産庁北海道さけ・ますふ化場研究報告, 40: 31–92.
- Kaeriyama, M. 1996. Effects of population density and habitat environment on life history strategy and migration of juvenile sockeye (*Oncorhynchus keta*) and chum salmon (*O. keta*). Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 50: 101–111.
- 婦山雅秀 2002. 最新のサケ学. ベルソープックス011, (社)日本水産学会監修, 成山堂書店, 東京, 1–128.
- 木曾克裕・熊谷五典 1989. 三陸地方南部大川水系における河川生活期サクラマス の食物の季節変化. 東北海区水産研究所研究報告, 51: 117–133.
- Kojima, H., M. Iwata and T. Kurokawa 1993. Development and temporal decrease in seawater adaptability during early growth in chum salmon, *Oncorhynchus keta*. Aquaculture, 118: 141–150.
- Mayama H. 1982. Technical innovations in chum salmon enhancement with special reference to fry condition and timing of release. Proceedings of the eleventh U.S.-Japan meeting on aquaculture, salmon enhancement, Tokyo, Japan, October 19-20, NOAA Tech. Rep. NMFS 27: 83–86.

- 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). 水産庁北海道さけ・ますふ化場研究報告, **36**: 1-17.
- 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). 水産庁北海道さけ・ますふ化場研究報告, **37**: 1-22.
- 村木誠一 2004. 平成15年度サケ・マスリバイバル事業報告書(サケ・リバイバル事業). 富山県水産試験場, 1-15.
- 中野 広・白旗総一郎 1988. サケの健苗性評価について. 日本水産学会誌, **54**: 1263-1269.
- さけ・ます資源管理センター 2004. ふ化放流技術マニュアル. (独) さけ・ます資源管理センター さけ・ます通信, **6**: 1-2.
- 水産庁 1993. 日本海におけるサケ初期生活史に関する調査結果(1). 水産庁北海道さけ・ますふ化場, pp.1-114.
- 水産庁 1994. 日本海におけるサケ初期生活史に関する調査結果(2). 水産庁北海道さけ・ますふ化場, pp.1-103.
- 水産庁 1995. サケ初期生活史に関する調査結果(3). 水産庁北海道さけ・ますふ化場, pp.1-140.
- 水産庁 1996. 初期生活史データ1995 [サケ]. 水産庁北海道さけ・ますふ化場, pp.1-110.
- 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. 北海道立水産孵化場研究報告, **34**: 25-39.
- 田子泰彦 2004. 降海期サクラマス幼魚によるサケ稚魚の捕食試験. 富山県水産試験場研究報告, **15**: 1-10.
- 寺崎 誠・岩田宗彦・真岩高司 1982. シロザケ稚魚の食性. 大槌臨海研究センター報告, **8**: 21-47.
- 角 祐二 1984. I 稚魚調査. さけ・ます資源増大対策調査報告書(昭和54~58年度総括), 富山県水産試験場, pp.1-26.
- Tyler R. W. and D. E. Bevan 1964. Migration of juvenile salmon in Bellingham Bay, Washington. Univ. Washington Coll. Fish. Cont. **166**: 44-45.