

尻別川のサクラマスの性比, 年齢及び体長

大熊 一正*

Sex Ratio, Age Composition, and Fork Length of Masu Salmon (*Oncorhynchus masou*), of the Shiribetsu River, Hokkaido, Japan

Kazumasa OHKUMA*

Abstract

Many projects and studies for masu salmon enhancement have been carried out in Japan. But the information about adult masu salmon returning to their natal rivers is limited even now because there are few rivers in which a lot of masu salmon are captured when they migrate to spawning areas in Japan. In this report, sex ratio, age composition, and fork length of matured masu salmon returning to the Mena River, a branch of the Shiribetsu River, from 1975 to 1985, were investigated. Also, scale radius from focus to the end of freshwater annulus (WL) on their scales was measured.

It is thought in Japan that the age of masu salmon at maturity is 3 (3₂) and 4 (4₃), and in this observation these two age groups were confirmed. The proportion of 3₂ year fish reached over 80% in both sexes throughout observed year. In female fish, the proportion of 4₃ year group was relatively higher in 1976, '81, '84, and '85. And it almost reached 20%, though in other years it was less than 10%. In the case of male fish, the proportion of 4₃ year group was lower than that of female fish for every year.

The sex ratio of masu salmon was relatively stable throughout the 11 year period, but it was observed that the proportion of female fish had gradually been decreasing. The cause of this tendency was not clear.

The difference in fork length between male and female masu salmon was clearly confirmed, and female fish were about 5 cm bigger than male fish throughout the 10 year period. On the other hand, no significant difference in fork length between two different age groups for either sex was observed.

According to the scale radius from focus to the end of freshwater annulus (WL) in 3₂ year fish, the maximum of mean WL in one year was 0.450mm (female), 0.468mm (male), in 1980, respectively. Calculating those differences, it was estimated that there had been about 2 cm difference in

北海道さけ・ますふ化場研究業績第310号

*水産庁北海道さけ・ますふ化場 (Hokkaido Salmon Hatchery, Fisheries Agency of Japan, 2-2 Nakanoshima, Toyohira, Sapporo 062 JAPAN)

fork length at the end wintering between years when conditions were good and years when conditions were bad. No clear correlation was observed between these WL value and fork length at maturity.

From these results, it was thought that the growth of masu salmon in freshwater did not necessarily affect the growth in seawater.

緒 言

かつては大きな資源を保っていた本邦系サクラマスも現在では年間漁獲量2,000 tを下回る水準まで減少しているものと推定されている。サクラマスは特に日本海沿岸での春の主要な漁業資源であり、以前からその資源増についての重要性が指摘され（佐野 1950, 半田 1962）、そして現在資源増大をめざして、農林水産技術会議の大型別枠研究（マリーンランディング計画）が実施されており、サクラマスの資源増大のための多くの知見が得られてきている。

また、サクラマスの生理生態等についての研究も行われているが、断片的なものが多く、山中（1965）、待鳥・加藤（1985）によって概括的に取りまとめられているが十分ではない。サクラマスは他のサケマス類と異なる性質が多く、河川毎の遺伝的独立が高く（岡崎 1986）、強い母川回帰性を示す（粟倉他 1982）ほか、近接河川群間において抱卵数に著しい差があること（加藤 1971）や、同一河川内においても年によるスマルトの年齢組成、体長に変異がみられる（杉若・小島 1979, 1980）など、河川毎もしくは年毎の変動が指摘されている。

にもかかわらず、それら河川毎のサクラマスに関する知見、特に海から回帰した成熟魚についての知見は、その資源が小さく、回帰魚について多くの標本を得られる河川が少ないことなどから、非常に乏しいのが現状である。そこで、本報告ではサクラマスの溯上が安定して多く認められ、まとめて標本の得られる尻別川の回帰サクラマス成熟魚を用い、その性比、年齢組成、尾叉体長等について調べ、いくつかの知見を得たので報告する。

本文に先立ち、校閲の労を賜った前北海道さけ・ますふ化場長小林哲夫博士に深く感謝申し上げますと共に、研究の取りまとめに際し、数々の御教示、御指導頂いた北海道さけ・ますふ化場調査課真山 紘生態研究室長、同野村哲一魚病研究室長、及び沿岸でのサクラマスの成長に関して有益な御助言を頂いた北海道立水産孵化場宗谷支場の河村 博支場長に記して感謝の意を表します。

材 料 と 方 法

1975年から'85年まで、尻別川の一支流である目名川に回帰したサクラマス成熟親魚の性比、尾叉体長（以下特に断らない限り体長と記す）について調べた。尻別川の概略は次のとおりである。（図1）。尻別川は北海道南部の羊蹄山、ニセコ連峰に沿って流れる全長約100kmほどの川であるが、河口から約25kmのところを発電用のダムが設置されているため、そこに生息する魚類はそれより上流に溯上することができない。したがって、尻別川で再生産されるサクラマスは主としてその一支流である目名川において行われている。目名川は尻別川の河口より約14kmほどのところで尻別川に合流しており、その合流点から約500m上流の目名川に人工ふ化事業のための親魚捕獲用のウライが設けられ、さらにその上流約4 kmに北海道さけ・ますふ化場尻別事業場があり、尻別川水系でのサケ・サクラマスの人工ふ化を担っている。したがって、尻別川に回帰したサクラマスのほとんどは本流域で越冬した後、秋に目名川に溯上し、捕獲される。

性比については各年度の事業成績書*（昭和50年～60年度）の親魚捕獲尾数から求めた。体長については採卵時の魚体測定データを用い、同時に採集した鱗を用いて、年齢査定などに供した。'78年については鱗

*北海道さけ・ますふ化場発行

尻別川のサクラマス、の性比、年齢及び体長

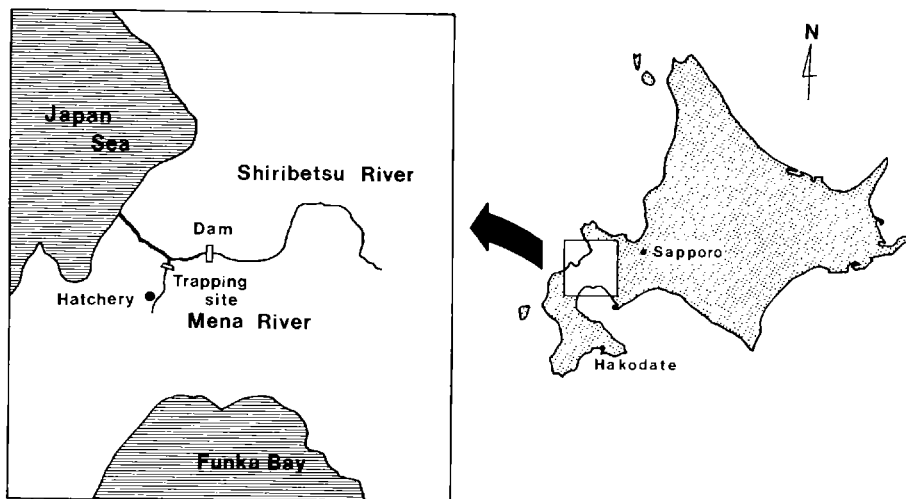


Fig. 1. Location of the Mena River, a branch of the Shiribetsu River where samples of masu salmon were captured.

図1 尻別川とその一支流の日名川の位置図

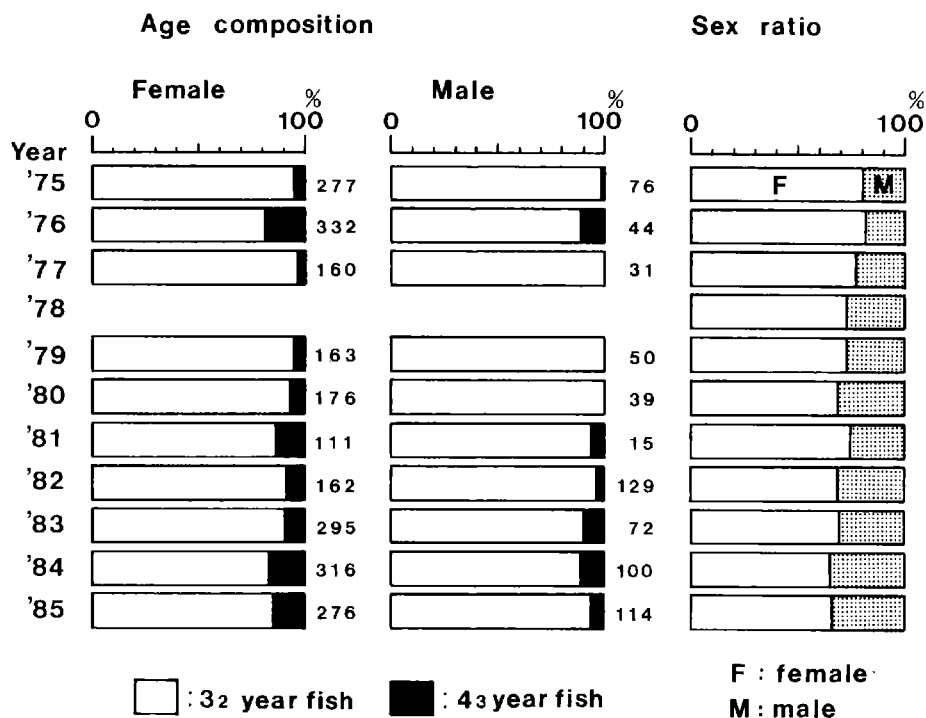


Fig. 2. Changes of age composition and sex ratio of masu salmon captured at the Mena River from 1975 to 1985. Numbers beside each rectangle for age composition show the number of samples. No scale was examined for age determination in 1978 because of lack of scale samples.

図2 日名川に回帰したサクラマス年齢組成と性比の変動

大 熊

標本の解析ができなかったため、性比のみ調べた。

鱗相解析は既報(大熊・真山 1984)と同様、酢酸ビニル板にプレスしたものを万能投影機で100倍に拡大して行い、その長軸方向に、核の中心から淡水生活時の年齢標示の縁辺部までの距離を測定するとともに、年齢査定を行った。

さらに淡水生活時の休止帯(年齢標示)の形成時期を調べるため、目名川において定期的に幼魚を採集し、鱗のプレパラート標本を作製した。そして、顕微鏡を用いて観察し、鱗の外縁に隆起線間隔の広い部分が認められるかどうか否かをもって休止帯の形成完了、未了を判定した。

結 果

1. 性比

性比について図2の右側に示した。1975年の雌比80.3%から'85年の66.5%にかけて漸減傾向も伺えるが'78年から'85年まで、雌比65から75%の範囲で変動幅は小さく、性比は比較的安定していた。この11ヶ年の平均は雌:雄=72.7:27.3であった。また、性比の変動に周期性は観察されなかった。用いた標本数は最少660尾('81年)、最多1,578尾('80年)であった。

2. 年齢組成

雌雄の年齢組成の変動について同じく図2に示した。今回確認されたサクラマスは3₂年魚と4₃年魚の2群であった。まず、雌についてみると、'76年、'84年、'85年で比較的4₃年魚の割合が高く、もっとも高かったのは'76年の19.0%で、ついで16.5%('84年)、15.6%('85年)となっていた。逆に4₃年魚の割合が低い年は'75年、'77年、'79年で、'77年は3.7%と最低を記録したが、その変動幅は15%程度であった。

雄では、4₃年魚の割合はいずれの年も雌のそれより低いが、雌とよく似た変動傾向を示し、'76年、'84年に比較的4₃年魚の割合が高く、それぞれ11.4%、11.0%であったが、'77年、'79年、'80年には標本数が少なかったものの、4₃年魚は認められなかった。また、変動幅は約10%と雌のそれよりやや狭かった。4₃年魚の平均組成率は雌で10.4%、雄で5.2%であった。

3. 尾叉体長と年齢

回帰サクラマスの各年の平均体長を4₃年魚と3₂年魚にわけてプロットしたのが図3である。雄については4₃年魚の標本数が少なかったため今回は雌についてのみ比較を行った。各年で若干の変動がみられるが、ほぼ図中の $Y=X$ の直線に沿って分布している('77年は4₃年魚の標本数が6個体と少なかったために $Y=X$ の上側に大きく偏ったものと考えられる)。このことからサクラマス雌親魚には年齢の違いによる体長の差が認められないと判断された。

4. 尾叉体長と性別

目名川へ回帰したサクラマス親魚の雌雄別平均体長の変動について図4に示した。先に述べたように年齢による体長の差は認められなかったため、3₂年魚のみを用いて平均体長を求めた。また、加藤・長谷川(1986)がまとめた日本海沖合域でのサクラマスの各年の平均体長について同じく図4の下段に示した。沖合域では雄がやや雌より大きい傾向を示すが、その差は1cm以内で、あまり大きなものとはいえないが、河川に回帰した成熟親魚についてみると、雌はいずれの年も雄より大きい。雌の標本数が少なくやや小さめの値となった'81年を除くと雌雄の体長差の最大は6.15cm('75年)、最小は4.17cm('84年)で、平均4.98cmと約5cmの差が明確に観察された。また、各年の体長の平均値の最大は雌雄とも'83年にみられ、それぞれ59.9cm、55.3cmであり、最小は'76年の54.3cm(雌)、49.2cm(雄)であった。日本海沖合に分布していたサクラマ

尻別川のサクラマス の性比、年齢及び体長

スの平均体長はほぼ42~46cmの範囲内で変動していたが、目名川への回帰親魚は雌で55~60cm(平均57.5cm), 雄で49~53cm(平均52.5cm)で、沖合域の体長の変動と河川回帰時の体長の変動に相関は認められなかった。

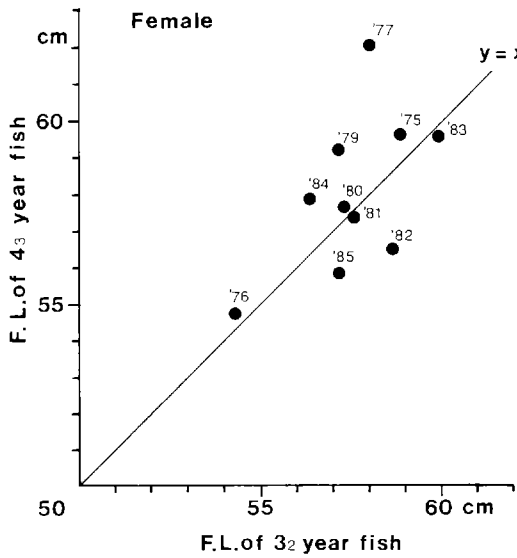


Fig. 3. Relationship between fork length of 3₂ year fish and of 4₃ year fish of female masu salmon captured each year at the Mena River from 1975 to 1985 except for 1978.

図3 サクラマス4₃年魚と3₂年魚の年齢の違いによる体長の差

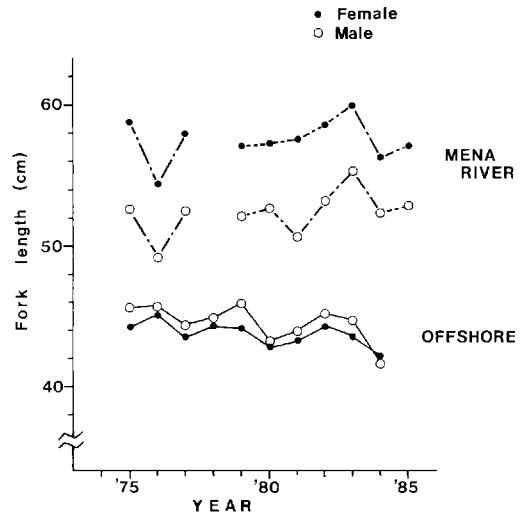


Fig. 4. Changes of average fork length of masu salmon returning to the Mena River (upper), and offshore of the Sea of Japan (Hasegawa and Kato 1986) (lower). Those averages at the Mena River were calculated with 3₂ year fish only.

図4 目名川(上段)と日本海沖合(下段)におけるサクラマスの体長の年変動。日本海沖合の資料は長谷川・加藤(1986)を改変、また、目名川の平均体長は3₂年魚のみから算出した

5. 淡水生活中の成長と回帰時の体長

鱗の成長と体成長には比例関係が認められており、多くの資源解析が鱗の解析により行われている。今回は鱗の長軸に沿って核の中心から淡水生活中に鱗に“記録”された最も外側の年齢標示までの鱗径(つまり、4₃年魚の場合は内側から2番目の年齢標示までの鱗径、3₂年魚の場合、淡水生活中の年齢標示は1つなのでその標示までの鱗径、以下WLと略す)を測定し(図5)、回帰時の体長との相関について調べた。3₂年魚のWLの平均値と体長の平均値について雌雄別に示したのが、図6である。WLの平均値は観察した10ヶ年を通して雌雄による差は、'81年、'85年に雄がやや上回り'80年は逆に雌がやや上回ったものの、あまり顕著ではなかった。

WLが最も小さかったのは雌雄とも'80年で、それぞれ平均0.365mm, 0.336mm、逆に最大だったのは'85年で0.450mm(雌), 0.468mm(雄)となっていた。さらに、体長とWLの関係を標本数の多い4ヶ年について雌雄毎に示したのが図7及び図8である。まず雌についてみると、いずれの年も4₃年魚は3₂年魚に比べWLが大きい、回帰時の体長分布は似通っており、年齢による体長の差は回帰時に認められないことを図3同様さらに裏付けるものとなった。雄についても、標本数が少ないものの、雌と同じ傾向が認められた。

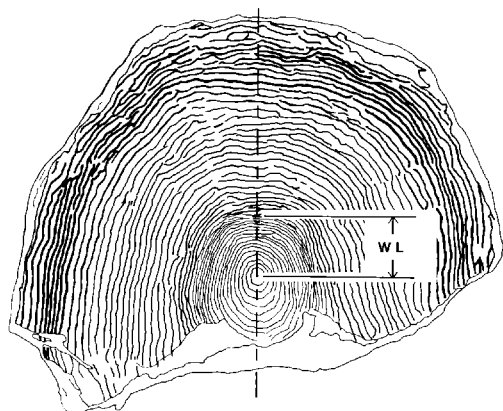


Fig. 5. Schematic diagram of masu salmon scale. This figure shows the scale of 3₂ year fish. Distance from focus to the end of last freshwater annulus (WL) along the broken line was measured.

図 5 サクラマス3₂年魚の鱗の模式図。破線に沿って核の中心から最後に形成された淡水年齢標示までの鱗径 (WL) を測定した

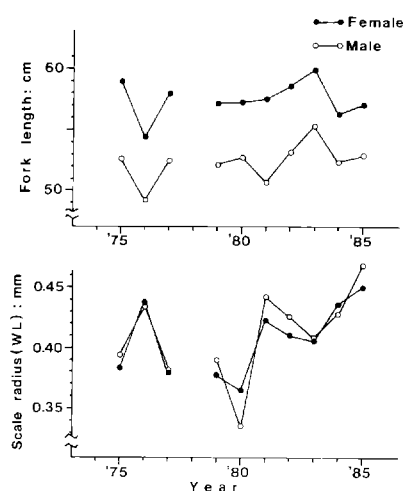


Fig. 6. Changes of the average fork length of 3₂ year masu salmon (upper) and average length of WL (scale radius from focus to the end of freshwater annulus) (lower). No clear correlation was observed from these two trends of fork length and WL.

図 6 サクラマス3₂年魚の平均体長 (上段) と淡水年齢標示までの鱗径 (下段) の変化

考 察

1975年から'85年までの間に目名川へ回帰したサクラマスの雌比には漸減傾向も伺える。また、'81年以降長期飼育の後1+スモルトとして標識放流された幼魚が'82年以降回帰してきており、人工ふ化事業のための親魚の捕獲尾数にはこれらの標識魚も含まため、性比が見かけ上雄側へ偏る傾向が懸念されたが、実際にはこれら標識魚の混入率に雌雄の差が認められなかったり (真山他 1985 a, 1985 b, 1986), あるいは標識魚の回帰が少なかったため (真山他 1984), 性比に影響を与えるものではなかった。また、これらの性比は待鳥・加藤 (1985) がまとめた北海道日本海側の平均値と異なるものではない。大野 (1933) が尻別川で調査した結果によるとやはり雌が70%あまりを占めており (表 1), 長期的には変化していないことが推察

表 1 昭和 2 年から 6 年までの尻別川に回帰したサクラマスの性比 (大野 1933を改変)

Table 1. Sex ratio of masu salmon returning to the Shiribetsu River from 1927 to 1931 (modified from Ohno 1933).

Year	1927	1928	1929	1930*	1931
Female (%)	73.6	73.1	74.3	60.0	72.2
Male (%)	26.4	26.9	25.7	40.0	27.8

* : The number of captured adult in 1930 was extremely less than in the other 4 years.

尻別川のサクラマス の性比, 年齢及び体長

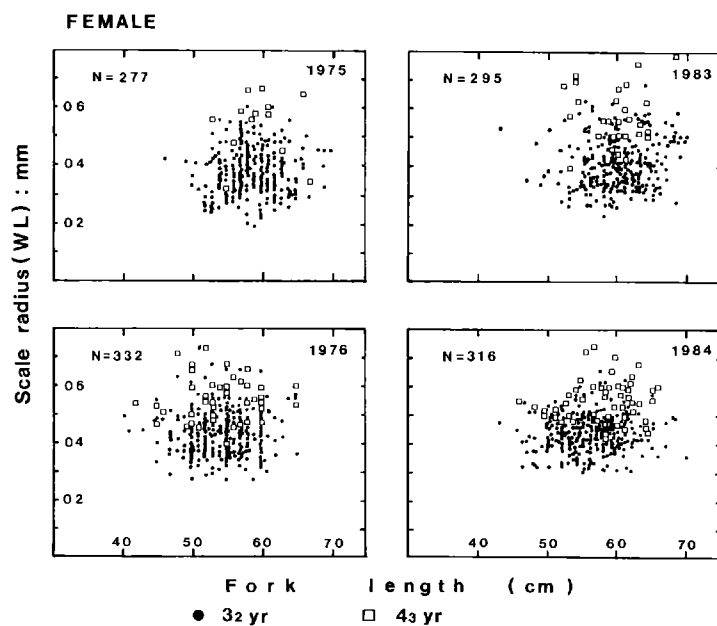


Fig. 7. Relationships between fork length and length of WL (scale radius from focus to the end of the last freshwater annulus), of female masu salmon catured at the Mena River.

図7 サクラマス雌親魚の体長と淡水年齢標示までの鱗径 (WL) との関係。4₃年魚については内側から2番目の年齢標示までの鱗径を示す

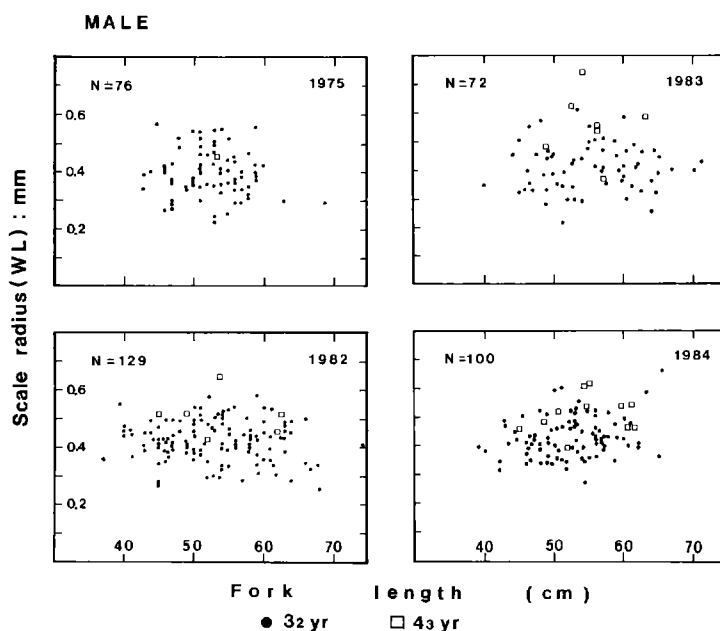


Fig. 8. Relationships between fork length and the length of WL (scale radius from focus to the end of the last freshwater annulus), of male masu salmon captured at the Mena River.

図8 サクラマス雌親魚の体長と淡水年齢標示までの鱗径 (WL) との関係。4₃年魚については内側から2番目の年齢標示までの鱗径を示す

された。しかし、観察したこの11年間での雌比の漸減傾向については、近年行っている密度調節放流による可能性も考えられるが、それ以前からの傾向であるため、詳細な理由は不明である。

サクラマスは年齢組成が高緯度地方ほど高年齢群の割合が高くなることが指摘されているが（待鳥・加藤 1985）、年齢査定にあたって、その不統一から起こる年齢の不一致についての懸念も以前から指摘されていた。そのため詳しい年齢組成については今までまとまった知見は得られていなかった。しかし、起源のはっきりした河川回帰魚などについては、その川の幼魚の鱗の継続した観察により容易に査定可能となることがあり（大熊・真山 1984）、今回も同様の方法で年齢査定を行った。

観察を行ったすべての年で雌に比べて雄の4₃年魚の出現率が低いのは淡水中で成熟して、降海しない個体が存在するためと考えられる。4₃年魚の出現率の比は概略雌：雄 = 2 : 1 程度であったが、年齢の異なるスマルトの出現量の変化によって年齢組成が変化することは容易に予想できる。スマルトの出現量とその体長から河川におけるサクラマス幼魚の生育パターン（のシュミレーションや、資源量の推定などが行われている（杉若・小島 1979, 1980）が、河川におけるサクラマスの生息空間は海洋と比べはるかに狭いという、環境変化が著しいため、死亡率や成長に影響を及ぼす要因も複雑かつ多岐に亘っており、スマルトの出現状況や成長を正確に予測することは非常に困難なものと考えられる。

年齢による体長の差については、ソ連邦ではサケ同様、高齢魚ほど大型になると考えられているが、ソ連邦に関しては、年齢査定上の問題があるので単純に比較することはできない。日本におけるほぼ統一した見解では4₃年魚と3₂年魚の2群とされており、今回の観察においても事実そのとおりであった。しかしながら、先に述べた年齢査定上の問題のほか、回帰親魚の標本をまとめて得る機会も少なかったため、これらに関する知見はほとんど得られていなかった。今回、雌について4₃年魚と3₂年魚の体長の比較を行ったところ、各年で若干の変動がみられたものの、10年間を通して4₃年魚の平均体長と3₂年魚の平均体長には差が認められなかった。これは、年齢が異なっても、海洋生活期間は同じく1年であることによるものと考えられる。また、雄については標本が少なくばらつきが大きいいため、今回は調べることができなかったが、おそらく同様の傾向を示すものと考えられる。

日本海沖合域でのサクラマスの成長は10日につき1cm程度と推測されている（田中 1965, 加藤 1981）。河川に回帰したサクラマスが捕獲されるのは9月から10月頃であるが、河川溯上を始める6月頃以降の成長はないと考えられている（真山他 1985, 佐野 1947）ことから、回帰時の体長をそのまま沿岸回帰時の体長と置き換えることが可能であろう。図3に示した日本海沖合域における体長変化はその調査期間を通じての平均であるが、これを3月上旬の平均体長と仮定して、6月上旬までのおよそ90日間で約9cmの成長を見込むことができる。この体長では回帰時の平均体長を約7~8cm下回ることになるが沿岸回帰時の日間成長は1日当たり0.34~0.66cmと著しい（河村 未発表）ことを考えると回帰親魚の体長とはほぼ一致する。

では、雌雄の体長差はいつ生じるのであろうか。雌雄の体長差は日本海側の他の河川でも認められており（長内・大塚 1967）、その差も河川によって異なるが、雌の方が雄より大きいことは明らかなようである。ところがそれらの魚群の越冬場所である日本海沖合域についてみると、若干であるが雄の方が大きい。この様な差の生じる理由として、越冬時期以後に成長の差が生じるため、または、越冬期以前に差が生じているが、いくつかの魚群が混在していて識別できないため、等の理由が考えられる。河川回帰後の二次性徴による物の伸長は特に雄について著しいが、佐野（1947）の報告によると頭長の変化はおおむね1.4倍程度であり、雌の場合はほとんど物の伸長はみられていない。そうであれば河口に戻った直後では、図3にみられる平均5cmの差よりさらに大きな差があったものと推察される。

淡水年齢標示までの鱗径（WL）と回帰時の体長との関係について調べるには、まずWLの形成時期が重要なポイントとなってくる。これについて久保（1966）は北海道南部の汐泊川において10月下旬に既に年齢標示の完成した個体があったことを報告しているが、杉若・小島（1979, 1980）の厚田川での報告によると、春期にまだ形成の完了していない個体が認められたものの、概ね4月から5月頃に形成されると推測してい

る。目名川のサクラマス幼魚についても年齢標示がいつごろ形成されるかについて、3年にわたって継続的に採集した幼魚の鱗標本を基に調べた(図9)。これによると、3月下旬まで鱗の外縁付近に広い隆起線間

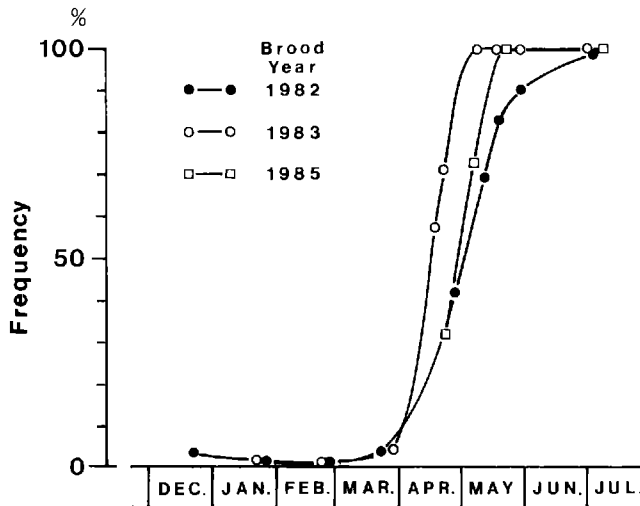


Fig. 9. Changes of frequency of masu salmon fingerlings which have completely formed the freshwater annulus on their scale.

図9 サクラマス幼魚の淡水年齢標示の形成割合の時期的変化

隔を持つ個体はほとんどみられず、4月初めから5月中旬にかけて急激に形成完了の個体の割合が増加し、ほぼ100%に達していた。鱗の形成と体成長には若下の時期的なずれも考えられるが(Bilton 1976)、いずれにせよ、今回サクラマス成熟親魚の鱗を用いて測定したWLに対応するのは4月中・下旬頃の体長であると考えられる。

WLが越冬明けの体長と対応するならば、実際に目名川に回帰した成熟親魚の淡水生活中の成長がどのようなものであったか推定できる。目名川で採集した種々の相のサクラマス幼魚の鱗径と体長をプロットしたのが図10である。体長5cmから15cmの間で $Y = 0.0491X - 0.064$ という回帰直線式が得られた。図6で得られた各年のWLの平均値をもとに最小値、最大値をそれぞれ0.35mm、0.45mmと仮定してこの

式にあてはめるところ、それに対応する体長は8.43cm、10.47cmとほぼ2cmの差となった。つまり、スモルトとなって降海し、回帰したサクラマスが年によって淡水生活中の成長に平均で2cmもの差が生じていたものと推定された。また、図7、8をもとにWLの上下限をそれぞれ0.6、0.3mmとしてみると、13.5cm、7.4cmとスモルトの体長の幅がかなり広いことを示している。淡水生活時の体長のこのような大きな差が必ずしも回帰時の体長と相関しないことは先ほど図6、7、8で示したが、各年の平均値の変化を見ても、また各年の個体間の差をみても明らかとなった。この時期は先に述べたように成長も著しく、降河行動の開始から海へ達した時点までの降河に要した日数が多ければ、その成長量も増加するであろうし、越冬明けの時点で小型個体であっても海へ達した時点で大きく成長し、スモルトの体長のばらつきが小さくなることも考えられる。言い換えると、越冬明けの時点で体長に差があっても降海後には余り成長に差がみられなくなり、結果的に回帰時の体長と越冬明け体長の間に相関が認められなくなるようなことも十分考えられる。

今回は海洋での成長について論述できなかったが、回帰時の体長の変動は主として海洋生活中の餌量を中心とした環境条件に左右されるところが大きいと考えられる。また、雌雄の差がどの時点で生じてくるのかについても特定することはできなかった。これらの問題はさらに多くの沿岸、沖合の資料から次第に明らかにされるものと信じる。

ま と め

1975年から1985年に尻別川に回帰したサクラマスの性比、年齢、体長について調べた。

性比は比較的安定しており、11ヶ年の平均で雌が72.7%、雄が27.3%であったが、雌の占める割合が漸減する傾向も観察された。

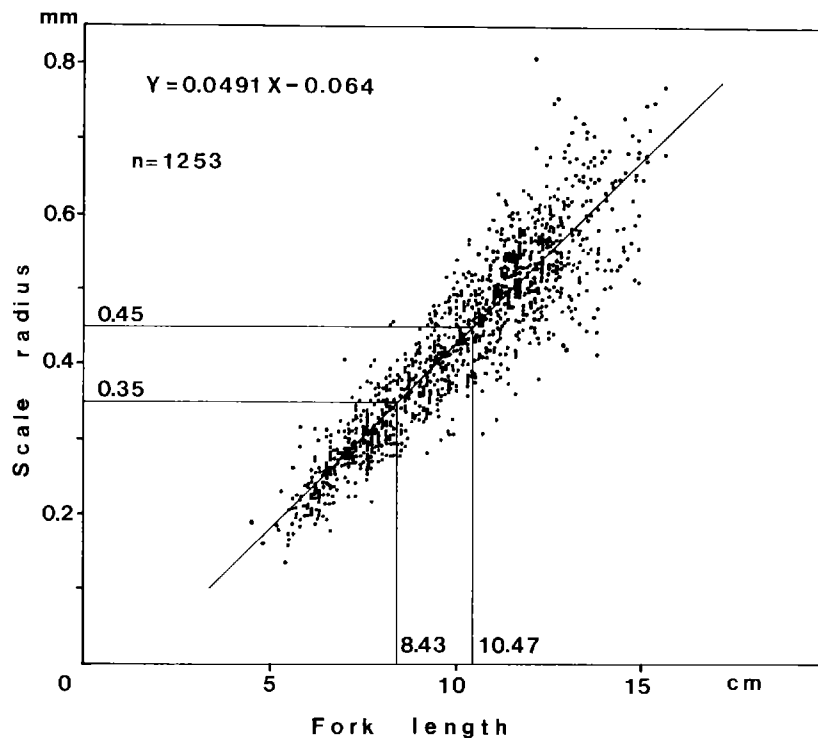


Fig. 10. Relationship between fork length and scale radius of masu salmon fingerlings in the Mena River.

図10 日名川のサクラマス幼魚の体長と鱗径の相関

年齢組成は3₂年魚が雌雄とも常に80%以上を占め、雌については4₃年魚の比較的多い年でおよそ20%を占め、少ない年は10%未満であった。雄では雌の場合より4₃年魚の割合は低く、4₃年魚の認められなかった年が3ヶ年あった。

性差による体長の差は観察したすべての年で認められ、その差は約5 cmに達していた。この差の生じる時期、原因について特定することはできなかった。

回帰魚の年齢による体長の差は認められなかった。

3₂年魚の鱗を用いてその淡水年齢標示までの鱗径（WLについて分析したところ、雌雄による差はなかった。年によるWLの平均値の最大は、'85年の0.450mm（雌）、0.468mm（雄）であり、最小は'80年の0.365mm（雌）、0.336mm（雄）であった。この差を体長に換算すると約2 cm程度の差が生じていたものと推察された。また、目名川でのサクラマス幼魚の鱗の観察により、淡水年齢標示の形成時期は4月中・下旬頃と推察された。このWLと回帰時の体長には相関が認められなかった。

さらに、単一の性、年齢、回帰年毎に同様に分析しても、WLすなわち、越冬明けの体長と回帰時の体長には相関が認められなかった。

これらのことから、回帰時のサクラマスの体長は、海洋生活に大きく依存していることが示唆された。

文 献

栗倉輝彦・小島 博・杉若圭一・小川俊文（1982）：サクラマスの寄生虫に関する研究－Ⅲ．脊髄に寄生する粘液胞子虫 *Myxobolus* について．北海道水産孵化場研報，(37)，37-47.

尻別川のサクラマス の性比、年齢及び体長

- Bilton, H. T. (1975) : Factors influencing the formation of scale characters. *Bull. Int. North Pacific Fish. Comm.*, (32), 102-108.
- 半田芳男 (1962) : 銀毛ヤマベの飼育放流を提唱す. 鮭鱒彙報, (59), 10-20.
- 加藤史彦 (1981) : 日本海におけるサクラマス成魚の生物学的知見. サケマス調査研究資料, 21 P, 遠洋水産研究所, 清水.
- 加藤史彦 (1982) : 日本海におけるサクラマスの分布・回遊と生態. 海洋と生物, **4** (4), 286-291.
- 加藤史彦・長谷川誠三 (1986) : 日本海沖合におけるサクラマスの生物統計. 昭和60年度マリーナランディング計画プログレス・レポート サクラマス(6), 115-126, 北海道さけ・ますふ化場.
- 加藤 守 (1971) : 海洋生活期におけるサクラマスの性比, 抱卵数, および成熟. 日水研報, (23), 55-67.
- 久保達郎 (1966) : サクラマス幼魚の変態期における鱗の成長型について. さけ・ますふ研報, (20), 11-20.
- 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・野村哲一・大熊一正 (1984) : サクラマスのスモルト化幼魚の標識放流試験—1983年における回帰—. 昭和58年度マリーナランディング計画プログレス・レポート サクラマス(4), 109-119, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・野村哲一・大熊一正 (1985 a) : サクラマスのスモルト化幼魚の標識放流試験—1984年における回帰—. 昭和59年度マリーナランディング計画プログレス・レポート サクラマス(5), 109-120, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一 (1986) : サクラマスのスモルト化幼魚の標識放流試験—1985年における回帰—. 昭和60年度マリーナランディング計画プログレス・レポート サクラマス(6), 82-91, 北海道さけ・ますふ化場.
- 真山 紘・大熊一正・野村哲一・松村幸三郎 (1985 b) : 尻別川におけるサクラマスのスモルト放流試験—1981年春放流標識魚の回帰—. さけ・ますふ研報(39), 1-16.
- 大熊一正・真山 紘 (1984) : サクラマスの成長と鱗相に関する研究 Ⅰ. 淡水生活期の鱗相と年齢, さけ・ますふ研報, (38), 25-32.
- 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.
- 岡崎登志夫 (1986) : 日本のサクラマスにおける遺伝的変異と集団構造 (英文). 日水誌, **52** (8), 1365-1376.
- 長内 稔・大塚三津男 (1967) : サクラマスの生態に関する研究 Ⅰ. 溯河サクラマスの形態と産卵生態について. 北海道水産孵化場研報, (22), 17-32.
- 佐野誠三 (1947) : 櫻鱒絶食期間中に於ける変化. 鮭鱒彙報, (44), 9-14.
- 佐野誠三 (1950) : サクラマスの生活. 魚と卵, 2月号 (No. 2), 15-22.
- 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. 北海道水産孵化場研報, (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. 北海道水産孵化場研報, (35), 45-52.
- 田中昌一 (1965) : サクラマスに関する生物学的知見. 北太平洋漁業国際委員会研究報告, (16), 67-111.