

## アマゴの育種に関する研究－II

### 河川残留型及び降海型アマゴの相分化における系統特性について－2

後 藤 功 一

Studies on the Breeding of Amago Salmon, *Oncorhynchus masou ishikawae* – II

Characters of Strain Differences on the Phase Differentiation of the Fluvial Form and the Sea-run Form of Amago Salmon – 2

Koichi GOTO

現在、アマゴ資源の増大を図るため、各地で種苗の河川放流が実施されている。しかし、アマゴは孵化後1年目の秋期に河川残留型（バー）と降海型（スマルト）に相分化し<sup>1)</sup>、スマルトの大部分は降海する。このようなことから、放流資源を有効に活用するためには、上・中流域では河川残留型の、下流域には降海型の種苗というように、各々の漁場の特性にあった種苗を放流することが望まれている。このため、アマゴの育種は、主に河川残留系統（以下バー系）と降海系統（以下スマルト系）の固定を目指して行われてきた。しかし、アマゴの池中飼育群に見られる相分化の割合については、成長<sup>2)</sup>、日長変化<sup>3)</sup>などが関与していると考えられ、また、原産地や系統<sup>5)</sup>によっても異なることが明らかにされている。このような形質を育種目標とするためには、これらの要因について相分化との関連性を調査する必要がある。そこで、前報<sup>6)</sup>に引き続き、現在得られている同一起源の親魚群から作出了したバー及びスマルト系統について、その選抜効果を評価するとともに、初期成長の違いが相分化に及ぼす影響について調査を行った。

本研究は、平成5年度水産庁水産業振興事業調査等委託事業、新品種作出基礎技術開発研究の一部として実施された。

### 材料及び方法

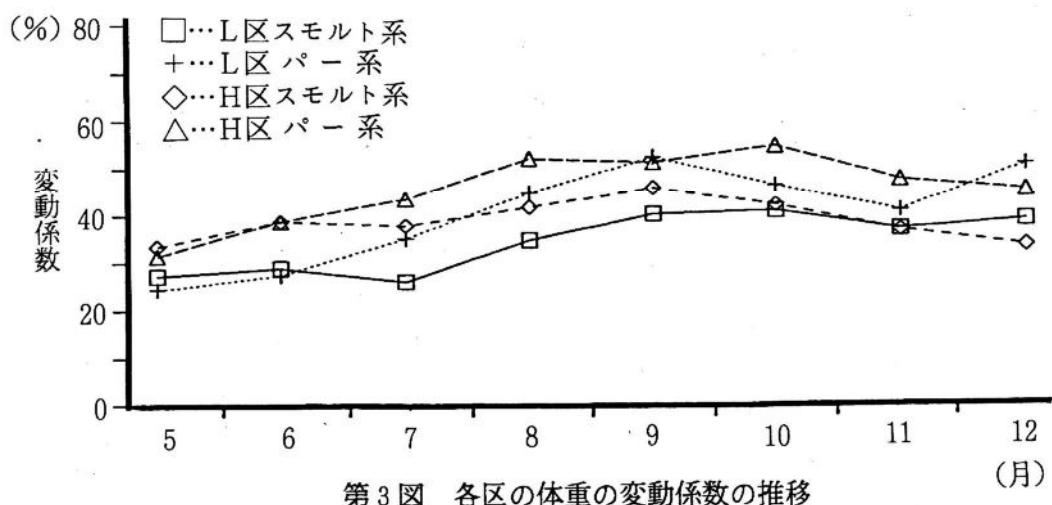
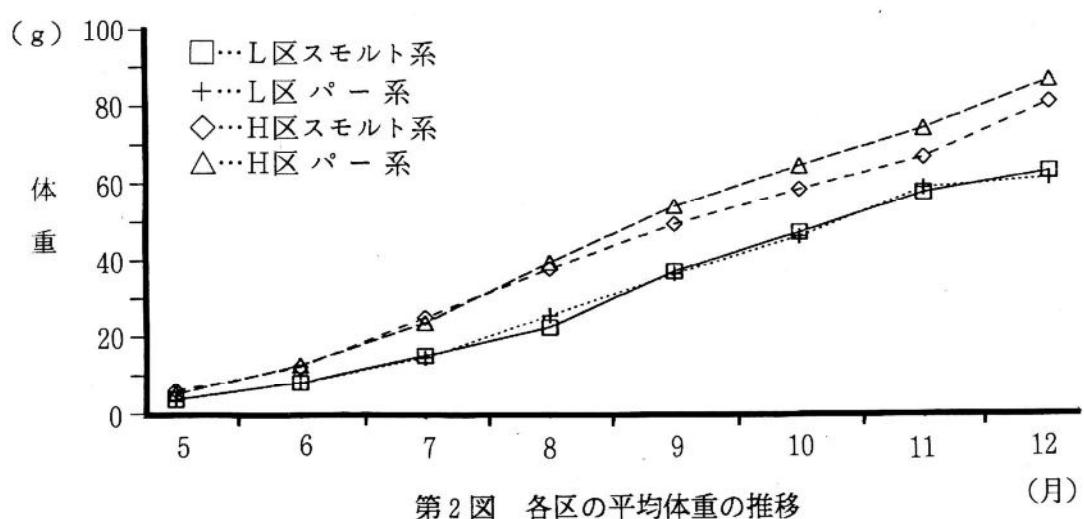
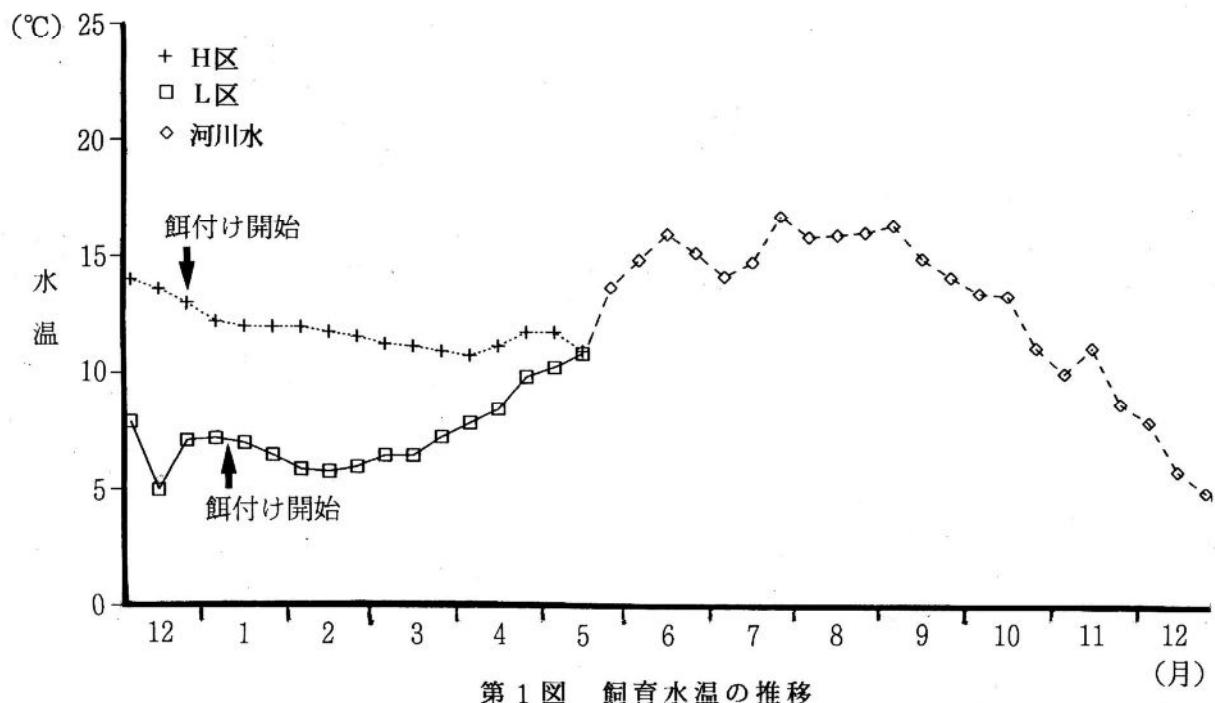
供試魚は、当場で同一母集団より継代飼育された郡上選抜系第9代のバー及びスマルト系統を用い、試験は1992年12月1日から1993年12月15日まで行った。

両系統とも、1992年10月29日に採卵・受精し、12月1日より発眼卵を各系統ごとに2区ずつに分け各々水温の異なる地下水（H区、L区）で5月17日まで飼育した。その後、両区の水温がほぼ等しくなる5月18日より各区を河川水を用いて同一環境条件下で飼育した。飼育水温の推移を第1図に示した。H区では、両系統とも3月上旬から4月上旬にかけて、疾病による斃死が続いたため成長が悪かった。5月18日の平均体重はH区でスマルト、バー系それぞれ6.0g、5.5gであり、L区ではともに3.7gであった。供試魚は各区より無作為に1,600尾を抽出した。給餌は1日2回、市販配合飼料を飽食量与えた。なお、5月18日以降毎月1回、各区100尾を無作為に抽出し、被鱗体長、体重、生殖腺重量比（以下、GSI）、相分化状況を調査した。

なお、スマルトは、久保<sup>7)</sup>の変態中・後期の個体とし、成熟雄魚は、GSIが0.3%以上の個体とした<sup>8)</sup>。

### 結 果

試験期間中の各区の平均体重の経時的变化を第2図、体重の変動係数の経時的变化を第3図に示した。試験開始時にL、H区間で成長差（スマルト系間で1.6倍、バー



系間で1.5倍) がみられた。平均体重の推移については、L区では系統間で類似した傾向を示したが、H区では8月以降バー系の方が成長が良かった。体重の変動係数については、両系統とも6月まではH区の方が大きく、両系統間の差はなかったが、それ以降はL、H区ともバー系がスマルト系より大きく推移する傾向を示した。

12月の各区の雌雄別相分化状況を第1表に、各区の11、12月の体重組成と相分化状況を第4-1、2図に示した。体重組成は、両系統ともL区よりH区の方が、また、スマルト系より、バー系の方が分散が大きくなり、個体間の体重差が拡大する傾向がみられた。

スマルト化について各区を比較すると、各区ともスマルトを確認した時期は、11月の調査日(11月15日)以降であった。また、スマルト系では、雌雄とも両区間でスマルトの出現率に差はみられなかった。11月の調査時のバー系におけるL、H区の雌雄別相分化状況を第2表に示す。バー系では、雄魚中のスマルトの出現率は、極めて低率であった。雌魚では、両区とも11月には、大型個体中に占めるスマルトの出現率は高率となつたが、12月

には、大型個体中の未熟バー個体の出現率の増加が認められた。

また、スマルト系では、20~25gを越える個体は雌雄ともにその多くがスマルト化しているのに対し、バー系では、スマルト化している個体サイズが大きくなり、雄魚では40~45g、雌魚では30~35g以上であった。

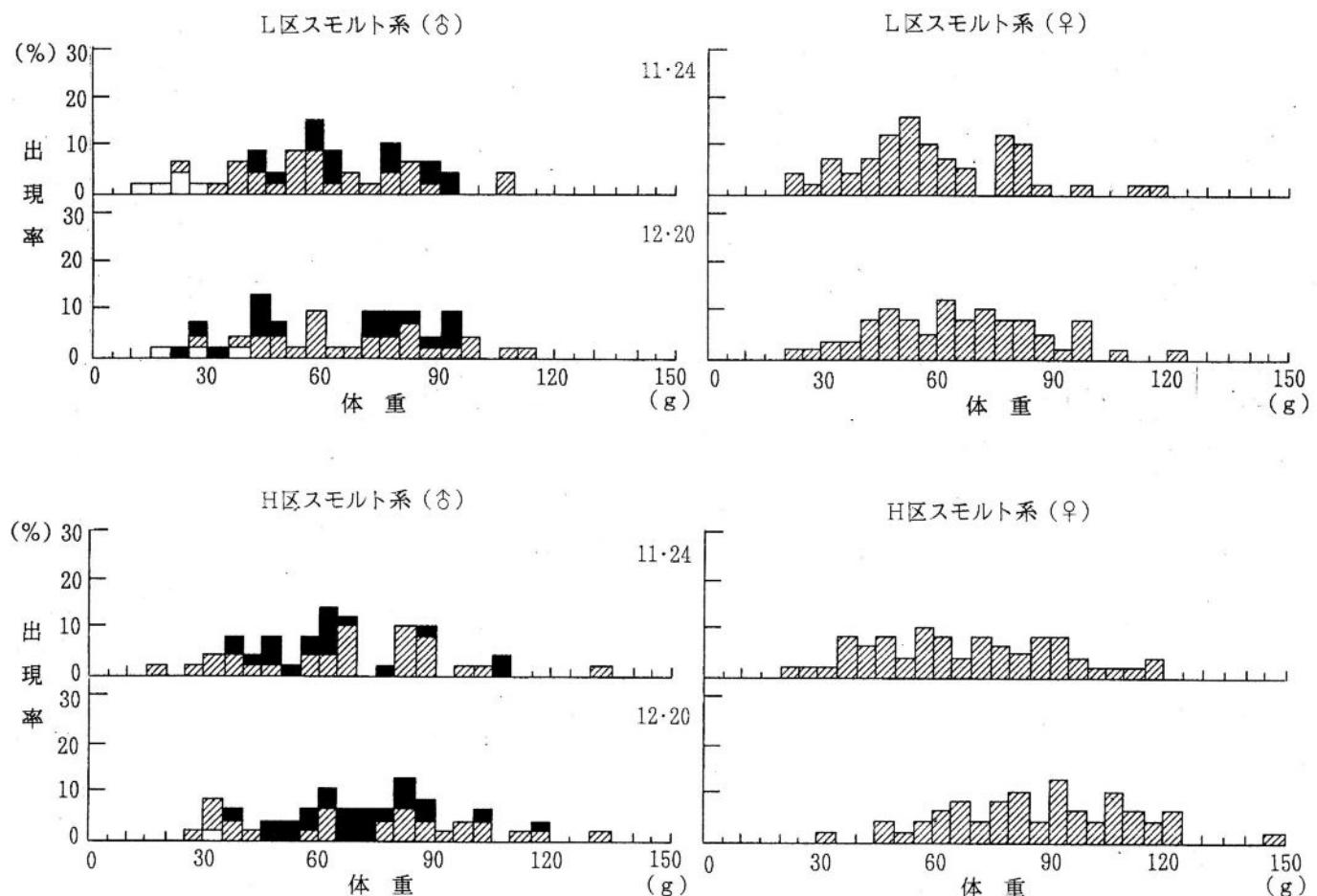
成熟雄魚の出現率は、両系統とも、H区の方が高率であったが、バー系の方が、L、H区間の差が大きかった。また、両系統とも成熟雄魚は、系統中の大型個体に占める割合が大きい傾向がみられた。各区の早熟雄魚のGSIの経時的变化について第5図に示す。8月の調査で、全区とも早熟雄魚が確認され、GSIの推移について区による差は認められなかった。8月の調査時の各区の雄魚の成熟状況を第6図に示した。早熟雄魚の最小サイズはスマルト系で20~25g、バー系では30~35gと両系統間で差がみられた。しかし、両系統ともこのサイズ以上に達した個体が総て性成熟を始めたわけではなく、未熟バーの出現も認められた。

第1表 各区における雌雄別の成長と相分化状況の比較 (1993年12月20日)

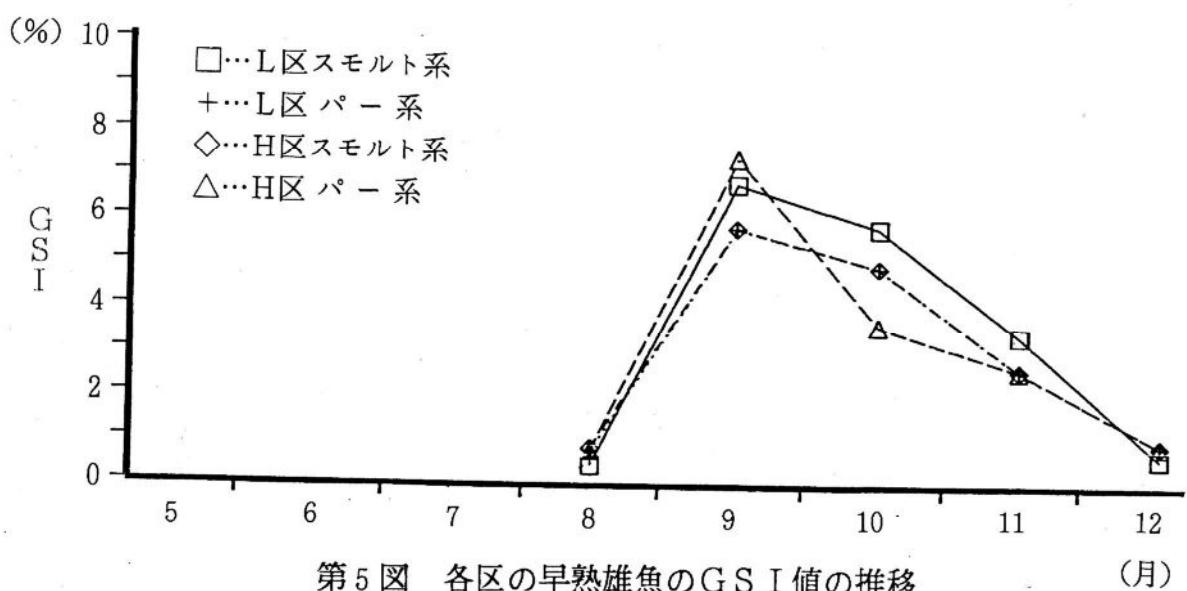
試験区	区分	♂				♀		
		バー	スマルト	成熟雄	全體	バー	スマルト	全體
L区 スマルト系	出現率(%)	6.1	55.2	38.7	100.0	—	100.0	100.0
	平均体重(g)	26.8	64.0	62.2	61.0	—	65.5	65.5
	平均体長(cm)	13.2	17.2	16.5	16.6	—	17.5	17.5
H区 スマルト系	出現率(%)	—	54.0	46.0	100.0	—	100.0	100.0
	平均体重(g)	—	74.2	70.3	71.5	—	90.4	90.4
	平均体長(cm)	—	20.0	17.5	18.7	—	18.4	18.4
L区 バー系	出現率(%)	47.9	6.3	45.8	100.0	68.7	31.3	100.0
	平均体重(g)	30.5	71.5	92.8	61.6	50.5	82.5	60.5
	平均体長(cm)	18.1	13.1	19.1	16.1	15.5	18.7	16.5
H区 バー系	出現率(%)	21.6	2.5	75.9	100.0	60.3	39.7	100.0
	平均体重(g)	36.3	77.5	97.9	83.3	73.4	113.0	89.1
	平均体長(cm)	14.1	18.3	19.3	18.0	17.2	20.5	18.5

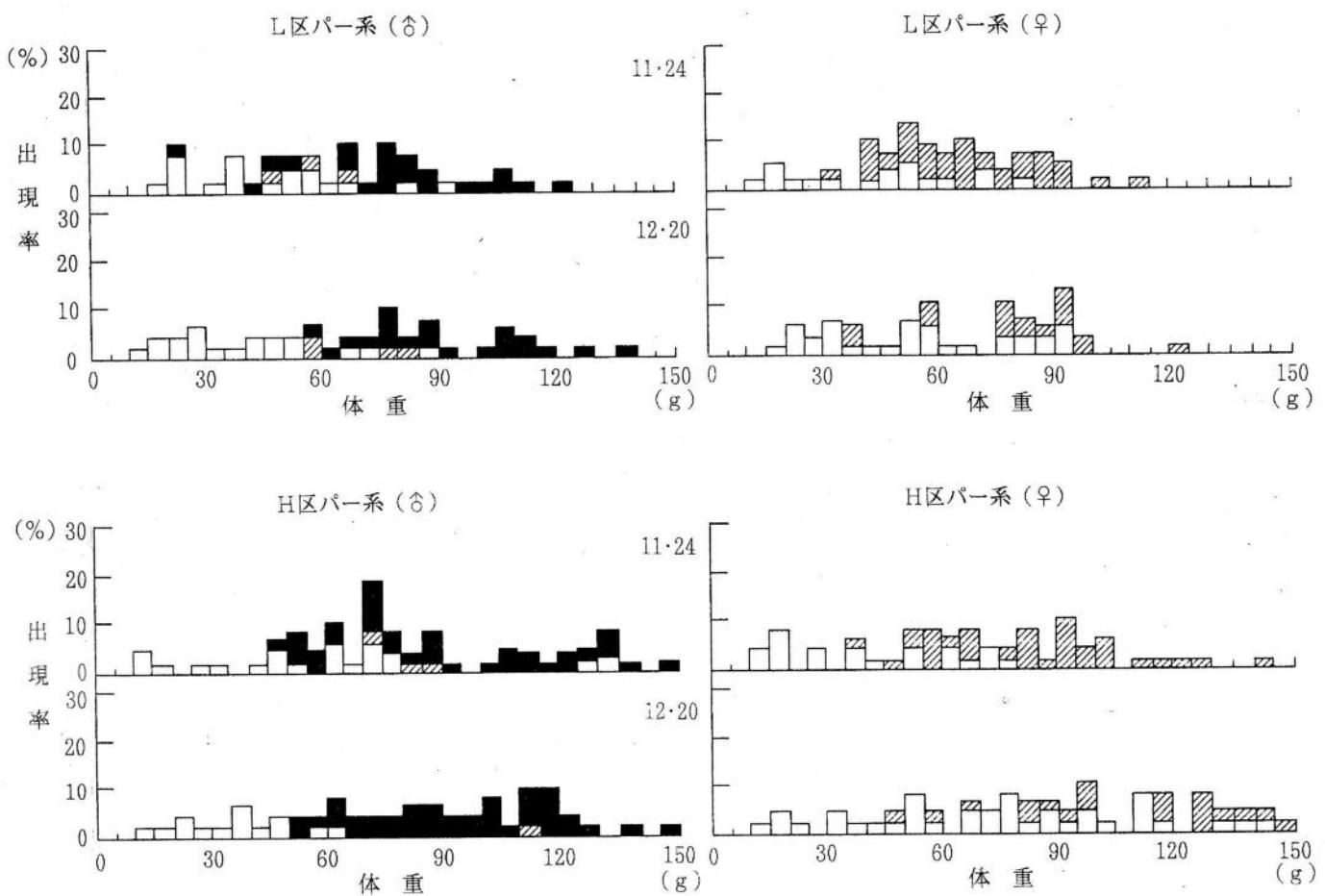
第2表 バー系群における雌雄別の成長と相分化状況の比較 (1993年11月15日)

試験区	区分	♂				♀		
		バー	スマルト	成熟雄	全體	バー	スマルト	全體
L区 バー系	出現率(%)	42.0	7.3	50.7	100.0	29.5	70.5	100.0
	平均体重(g)	47.2	58.7	79.8	59.7	44.1	66.4	58.8
	平均体長(cm)	17.1	15.1	17.4	15.6	14.5	17.3	16.4
H区 バー系	出現率(%)	25.0	3.8	71.2	100.0	33.3	66.7	100.0
	平均体重(g)	34.7	78.0	90.7	78.8	40.8	82.7	68.7
	平均体長(cm)	13.6	18.0	18.3	17.1	14.1	18.4	16.9



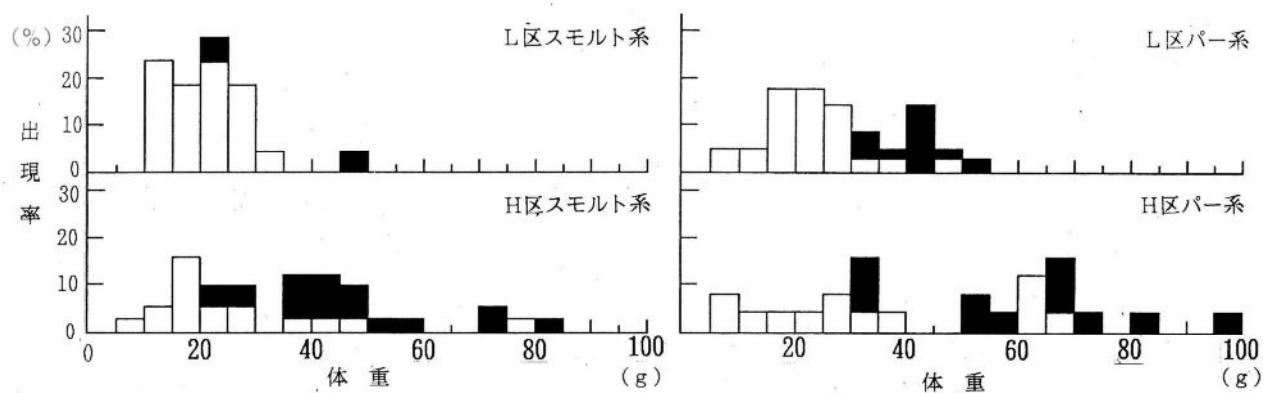
第4-1図 スモルト系群におけるL、H区の体重組成と相分化状況  
 □: パー ▨: スモルト ■: 成熟雄





第4-2図 パー系群におけるL、H区の体重組成と相分化状況

□: パー □: スモルト ■: 成熟雄



第6図 パー及びスモルト系群における雄魚の体重組成と相分化状況（1994年8月16日）

□: パー ■: 成熟雄

## 考 察

サクラマスやアマゴでは、初期成長を促進させると、殆どの雄魚が早熟雄魚となることが知られている<sup>1)9)</sup>。また、サクラマスについて、早熟雄魚ではスモルト変態が抑制され、逆にスモルト変態が進行した個体では性成熟が抑制されるとしている<sup>9)</sup>。さらに、アマゴにおいては、7月中旬までに早熟雄魚が分化すると言われている<sup>10)</sup>。すなわち、アマゴでは通常早熟雄魚の分化時期（春～夏）がスモルトの出現時期（秋～冬）より早く、また、早熟雄魚及びスモルトの出現率は体成長に大きく影響されると考えられる。

体重の変動係数の経時的变化は、両区とも、パー系では拡大する傾向がみられたが、スモルト系では比較的一定していた。また、両区の系統間の体重の頻度分布についてもパー系の方がバラツキが大きかった。このようにパー系の方が、成長に伴ってバラツキが大きくなる傾向を示し、成長に関しては、スモルト系よりも、パー系の方が遺伝的分離が存在する可能性が示唆された。また、両系統の体重の変動係数の推移が、前報<sup>6)</sup>と同様に、6月頃から大きく異なるのは、早熟雄魚やスモルトへの分化が成長に関与したためと考えられた。

一方、早熟雄魚、スモルトへの分化は、ある時期に一定のサイズに達していることが重要な要因である<sup>2)</sup>ことから、各相への分化時期及び分化サイズについて検討した。

スモルト化について、各区ともスモルトが確認されたのは、同じで11月以降であった。しかし、スモルトの最小サイズは、スモルト系では雌雄ともに20～25gであるのに対し、パー系では、雄魚40～45g、雌魚30～35gと、スモルト化形質の発現するサイズは、明らかにスモルト系の方が小さかった。さらに、スモルト系では、早熟雄魚を除けば、このサイズ以上に成長した個体は、ほとんどスモルト化しているのに対し、パー系では、未熟パー個体の出現が多数みられた。このことから、スモルト系は、パー系よりも、スモルト化形質が発現しやすい特性を持っていると考えられる。このことは、継代飼育の過程で、遺伝的にスモルト化傾向の強い個体が選抜されたためと考えられ、逆にパー系では、スモルトを排除して継代してきたための結果と見ることができる。

今回用いたパー系に関して、11月の調査では、雌魚の大型個体の大部分がスモルト化していたにも係わらず、12月の調査では、大型個体中に未熟パー個体が確認されたことは、11月の時点ではスモルト化していた個体が、

12月には、脱スモルトを完了していたと考えられる。一般に池中養殖では、アマゴの脱スモルト現象は、翌年3月以降に銀白色が次第に退色し、5月頃にはパーの様相に戻ることが知られている。また、サクラマスにおけるスモルトの退行現象は、スモルト化直後の大きさ及びその後の成長との関連性は少なく、スモルト化の過程で何等かの要因によって阻害を受けた場合スモルト化が不完全に終わり、一旦はスモルト状態になるもののいずれ退行してしまう現象ではないかと推察されている<sup>11)</sup>が、戻りがなぜ起こるかについては不明である。しかし、脱スモルトが始まる時期に関して、個体間でバラツキがあると考えれば、継代飼育の過程で、このように早期に脱スモルトを開始するような形質を持った未熟パー個体を親魚候補として、選抜したためと考えられる。従って、今後脱スモルト過程についても詳しく検討する必要がある。

また、早熟雄魚については、L、H区とも両系統のGSIの推移は、同様の傾向を示し、両系統間に差は認められず、性成熟の始まる時期は、同時期であると考えられた。さらに、H区の方が、両系統とも早熟雄魚の出現率は高く、初期成長が良好なほど多い結果となった。性成熟の始まるサイズについては、早熟雄魚が初めて確認された8月の調査で、その最小サイズはスモルト系で20～25g、パー系では30～35gと両系統間に差がみられたが、必ずしもこのサイズ以上に達したもののが総て性成熟を始めたわけではない。しかし、スモルト系の方が、小型個体から性成熟を始めることができるならば、早熟雄魚の出現率はスモルト系の方が高率であると思われるが、実際はパー系の方が高率であった。サクラマスでは、7月下旬までに尾叉長で7～8cm以上に成長することがその年に成熟するか否かを決定する重要な条件ではあるが、7月末までに、この体長以上に達した総ての個体が性成熟を始めるわけではなく、成熟が始まるサイズにある程度の個体変異がある<sup>12)</sup>ことから、スモルト系はパー系と比較して、雄魚の性成熟の始まるサイズの個体変異が大きいと考えられる。さらに、L、H区で早熟雄魚の出現率を比較してみると、パー系より、スモルト系の方がその差が小さいことから、スモルト系では早熟雄魚に分化しにくい特性を持っていると考えられた。

以上のことから、同一母集団より異なる選抜指標をもとに継代を行ってきたスモルト系、パー系について、成長様式に関して系統差が確認され、早熟雄魚及びスモルトへの分化に関する系統特性が両系統の成長様式の差として現われたと考えられた。つまり、早熟雄魚やスモル

トへの分化は、その後の成長を促進させる要因であり、スモルト系では、早熟雄魚に分化しにくく初期成長の遅速による影響が少ない。さらに、スモルト化形質が発現しやすく、小型サイズからスモルトに分化できることから、系統内の成長格差が広がりにくいと考えられる。一方、パー系は、早熟雄魚に分化しやすいため成長格差が広がりやすく、さらに、スモルトへの分化サイズが、個体間で大きく異なるため、成長格差がますます広がると考えられる。

パー、スモルト系育種について、今回用いた系統は、それらの目標としている特性と矛盾しない結果となったが、両系統の育種目標から見ると、スモルト系育種の方が選抜効果は明瞭にみられた。一方、パー系について、系統内の個体間の成長のバラツキが大きく、未熟パー個体に占める大型個体の出現率の低さ等の問題点が示された。目的とする形質を持った系統を育種するためには、起源となる集団の遺伝的変異性が重要であると考えられる<sup>13)</sup>ことから、今回用いた系統は、前報<sup>6)</sup>と同様に、スモルト選抜をある程度行った集団であり、スモルト化形質が発現しやすい特性をもっていたと考えられる。今回の調査から、スモルト系育種に関しては、その選抜方法及び系統としての確立ができたものと考えられるが、パー系育種については、新たに母集団の異なる系統を導入し、特性評価を行い、再検討する必要がある。

## 要 約

1. 同一起源の母集団より、それぞれパー及びスモルトを選抜指標に9代継代したパー及びスモルト系統を用い、それについて発眼後期から稚魚期まで異なる水温条件で飼育し、初期成長の違いが相分化に及ぼす影響について検討した。また、それぞれの選抜効果について評価した。
2. 体重の変動係数の経時的变化が、6月頃から両系統間で大きく異なることから、早熟雄魚やスモルトへの分化が両系統の成長様式に関与していると考えられた。
3. スモルト化形質の発現するサイズは、明らかにスモルト系の方が小さく、その出現も高率であることから、スモルト系は、パー系よりも、スモルト化形質が発現しやすい特性を持っていると考えられた。
4. 早熟雄魚の最小サイズは、スモルト系の方が小さいにも係わらず、その出現は低率であったことから、スモルト系はパー系より、早熟雄魚に分化しにくい特性

を持っていると考えられた。

## 文 献

- 1) 本荘鉄夫, 1977; アマゴの増養殖に関する基礎研究 岐水試研報, No.22,1-103.
- 2) 田代文男・高橋 誠・天野 賢, 1983; アマゴの増殖に関する研究 - XXIII アマゴのスモルト化に及ぼす成長の影響について. 岐水試研報, No.28,1-8.
- 3) 久保達郎, 1977; 杉の子およびサケ・マス類の陸封について. 淡水魚, No.3,100-107.
- 4) 森川 進・荒井 真, 1984; 降海性アマゴにおける耐病性種苗の養成. 養殖研, 昭和55~57年度近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究マリーンランチング計画プログレスレポート病害除去技術(1), 42-45.
- 5) 田代文男・高橋 誠・天野 賢, 1983; アマゴの増殖に関する研究 - XXII アマゴのスモルト化に及ぼす成長の影響について. 岐水試研報, No.28,9-16.
- 6) 後藤功一, 1993; アマゴの育種に関する研究 - I 河川残留型及び降海型アマゴの相分化における系群特性について. 岐水試研報, No.39, 21-28.
- 7) 久保達郎, 1974; サクラマス幼魚の相分化と変態の様相. さけ・ますふ化場研報, No.28,9-26.
- 8) 今野 哲・中江三郎, 1983; 飼育条件調節によるスモルト化促進に関する研究 - III 昭和57年度マリーンランチング計画プログレスレポート, サクラマス(3),29-33.
- 9) 宇藤 均・1981; 学位論文, サクラマス *Oncorhynchus masou Brevoortii* の生活史と生態分岐. 北海道大学, 1-288.
- 10) 立川 亘・熊崎隆夫, 1975; アマゴの増殖に関する研究 - XX アマゴ0年魚体重組成にみられる成熟雄魚の特異な成長. 岐水試研報, No.21,41-49.
- 11) 黒川忠英・小島 博・宮本真人, 1986; サクラマス0年魚スモルトにおける退行現象とスモルト変態後の成長との関連. 北海道立水産孵化場研報, No.41,39-45.

- 12) 宇藤 均, 1977 ; サクラマス *Oncorhynchus masou* *Brevoort* の降海型と河川残留型の分化機構に関する研究. 北大水産彙報, Vol.28(2), 66-73.
- 13) 木島明博・藤尾芳久, 1993 ; サクラマスの系統差に関する遺伝学的検討. 魚と卵, No.162, 19-28.