

アマゴの育種に関する研究－VII

早熟雄が相分化に及ぼす影響について－2

一柳 哲也・桑田 知宣

Studies on the Breeding of Amago Salmon, *Oncorhynchus masou ishikawai* -VIIEffect of Precocious Matured Male on Phase
Differentiation of Amago Salmon-2

Tetsuya ICHIYANAGI・Tomonori KUWADA

アマゴ(*Oncorhynchus masou ishikawai*)はふ化後1年目の秋期に河川残留型であるバーと降海型であるスマルトに分れ、この現象を相分化と呼んでいる。¹⁾

当所では、これら2系統を固定するため、1966年から継代飼育してきたアマゴを母集団とし、1975年からバー及びスマルトの外観を選抜指標に2系統の選抜育種を行ってきた。

1996年までの研究でスマルト系については固定できたが、バー系については固定できたとはいえない。その理由としてスマルト系はスマルトを選抜育種することによってより高率のスマルトが出来るのに対して、バー系の場合はバーを選抜育種してもバーの出現率自体は上昇するものの群の平均体重が低下し、養殖に適さない成長不良個体が増加してしまうことがある。

この原因として、ふ化後1年目に成熟する早熟雄を継代時に除外してきたことが考えられた。1998年に早熟雄が相分化に与える影響について試験を行った結果、早熟雄はアマゴの相分化に何らかの遺伝的影響を与えている可能性が強いことが示唆された。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、原産地、²⁾系統³⁾によって異なることが知られている。そこで、1999年は1998年に使用した系統⁴⁾とは異なるアマゴを使用して追試を行い、異なる結果を得たので報告する。

なお、本研究は「平成11年度水産生物育種の効率化基礎技術の開発研究」の一部として実施された。

材料及び方法

供試魚として徳島県産のアマゴを使用した。このアマゴは当所に導入されてから選抜1代目の魚で当所で継代飼育されているアマゴよりスマルト化しにくく、バー系育種として有用であることが報告されている。⁵⁾試験期間は1998年10月中旬から1999年12月17日までである。試験区として1998年度同様、バー×早熟雄（以後PDP区）、バー×バー（以後PP区）、スマルト×早熟雄（以後SDP

区）、スマルト×スマルト（以後SS区）の4区（各区600尾）を設定した。成長を揃えるため給餌は一番成長の悪い区のライトリットの給餌率表に合わせて行った。

試験期間中、月1回の割合で各区から100尾を無作為に抽出し、平均体重を測定した。12月9日に各区から150尾前後を無作為に取り上げ、相分化状況を目視で判別後、開腹して雌雄の確認を行った。さらに12月16日に飼育池の魚をすべて取り上げ目視で相分化状況を調査した。スマルトの判定は体色の銀白化の進行度と背鰭のツマグロの有無によって行った。またこれらとは別に10月

からの斃死魚で明らかに早熟雄とわかるものについては記録し、計数に入れた。

結 果

1. 成長

各区の成長を第1図に示す。初期の飼育密度の影響でPDP区のみ5月の体重が5.0gと他の試験区の倍となっているが、最終的な成長では、すべての区で有意な差は認められなかった。

2. 相分化状況

12月9日に開腹した魚も含めた、12月16日までの各区の相分化状況を第2図に示す。なお図の出現率には10月からの斃死魚で早熟雄は図中の早熟雄に、早熟雄以外の斃死魚は12月9日及び16日の調査時の銀化バーに含め、図中ではその他とした。

バーの出現率のみを見るとPP区が50.7%と一番高かったが、二番目のPDP区も50.2%と差はなく、また、早熟雄を含めた割合はPDP区が78.3%とPP区の71.8%を上

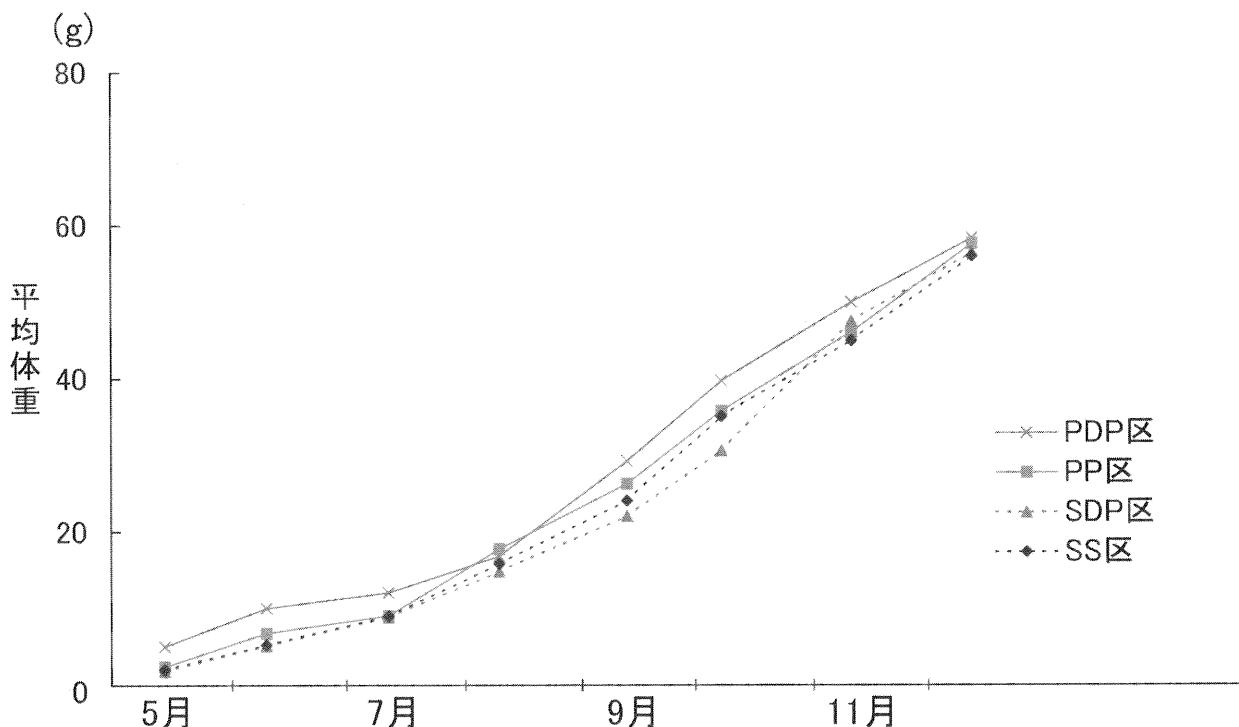
回った。また、SDP区は雄親魚が早熟雄であったにも係わらず、バーになった魚が35.9%と、雌雄の親魚とともにスモルトであったSS区の42.5%より低率となった。

一方、スモルト化率を見るとPDP区ではスモルト化した魚が全体の7.9%と最も低く、次いでPP区の20.7%となり、PDP区のスモルト化率は他の試験区より有意に低い結果となった (G検定 $p < 0.05$)。またSDP区は雄親魚が早熟雄であったにも係わらず、スモルト化した魚が全体の49.1%と、雌雄の親魚とともにスモルトであるSS区の34.2%より有意に高い結果となった (G検定 $p < 0.05$)。

以上の結果より雄親魚が早熟雄、スモルトに係わらず雌親魚にバーを使った方がバーの出現率が高く、スモルトの出現率が低いという結果になった。

3. 各区の体重組成と相分化状況

12月9日の調査時の各区の体重組成と相分化状況を第3図に、雌雄別の体重組成と相分化状況を第4図に示した。また、雌雄別の出現率、平均体重は表に示した。徳島系は1998年の愛媛系に比べ全般的に平均体重が小さかったが、⁴⁾これは飼育環境の差と考えられた。従って、愛



第1図 各区の体重の推移

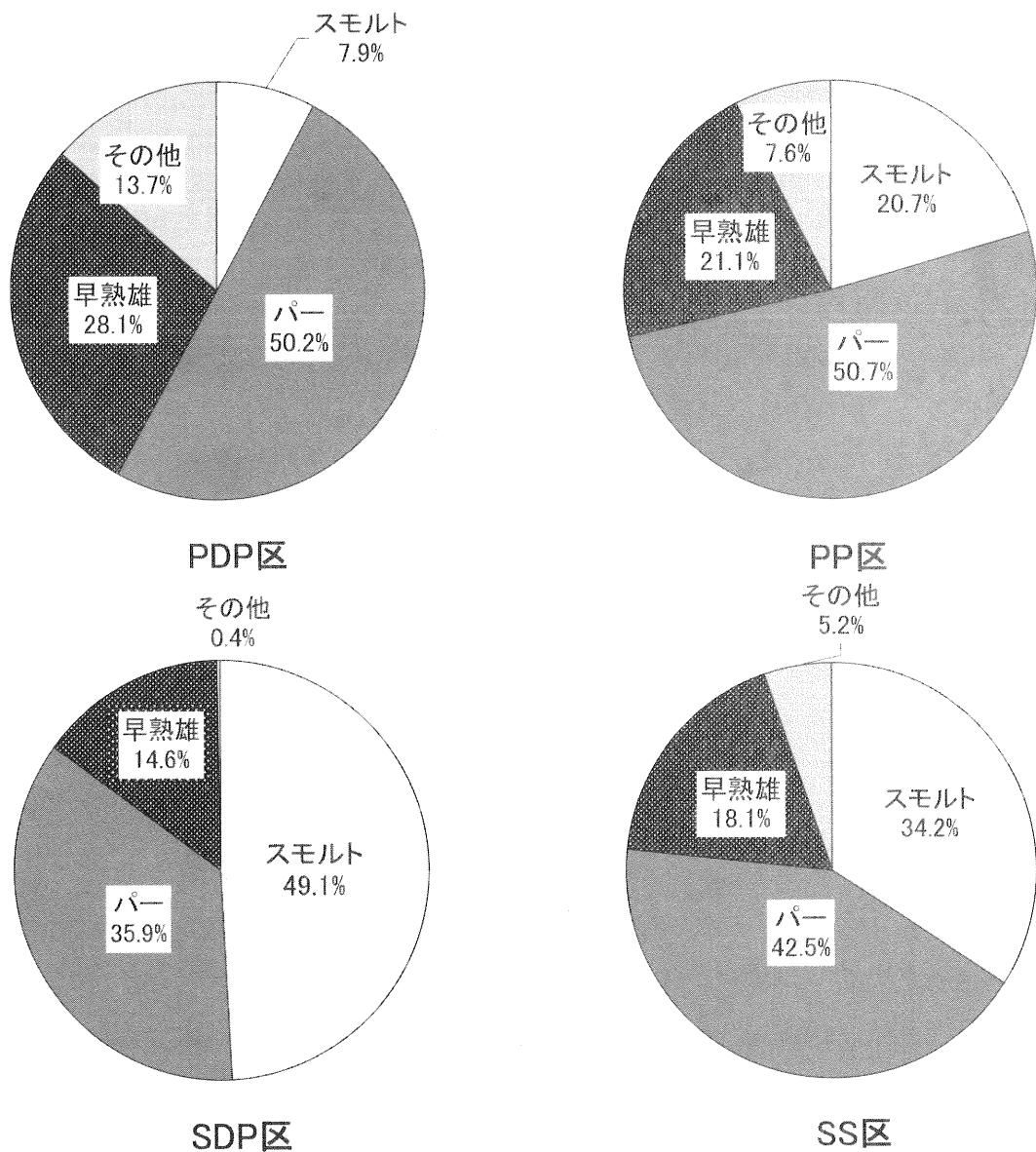
媛系では大型バーの基準を100 g以上としたが、徳島系は80 g以上とした。

PDP区はバーの平均体重49.5 gで80 gを超える大型バーも出現した。雌雄別に見ると、雌ではスモルトの出現率が16.5%、バーの出現率72.9%と著しくバーに偏った。バーの平均体重は46.3 gで80 gを超えるバーも出現し、全試験区中唯一100 gを超えるバーも出現した。雄はスモルト出現率が1.4%と雌に比べ非常に低率であった。バーと早熟雄の割合は両相とも47.3%と同率であり、バーの平均体重55.1 gと大型で、80 g以上の中にバーが占め

る割合は雄全体の6.8%と全試験区中もっとも高い結果となった。

PP区はバーの平均体重40.8 gでPDP区に比べ小型のサイズであるが、80 gを超える大型バーも出現した。

雌雄別に見ると、雌ではスモルトの出現率が40.7%を占め、70 g以上ではバーも少数ではあったが出現したものの、ほとんどがスモルトになった。雄はPDP区同様にスモルトが2.8%と少なかった。しかし、各相の出現頻度はPDP区と違い、早熟雄は60 g以上に偏り、80 g以上の個体の多くは早熟雄であった。80 gを超えるバー



第2図 各区の相分化状況

も出現したがバーの平均体重は45.8 gと、PDP区より小型に偏った。

SDP区はバーの平均体重31.6 gと、雌雄の親魚ともバーであるPP区よりも小さかった。雌雄別に見ると、雌ではスモルトの出現率が76.7%、バーの出現率が23.3%とスモルトに偏った。また、バーの平均体重25.8 gで、60 g以上の個体は出現しなかった。雄でもスモルトが30.1%を占めたが、バーの出現率も39.8%と比較的高く、80 gを超えるバーが出現した。しかし、多くのバー雄は体重10~50 gの範囲に偏り、平均体重34.7 gと小さかった。

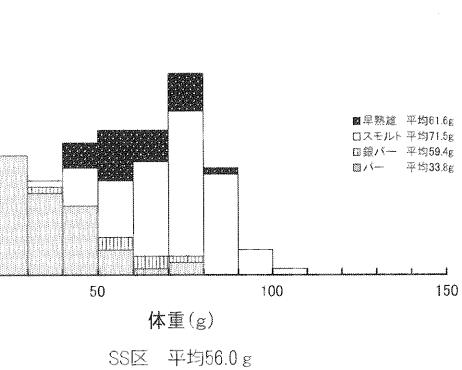
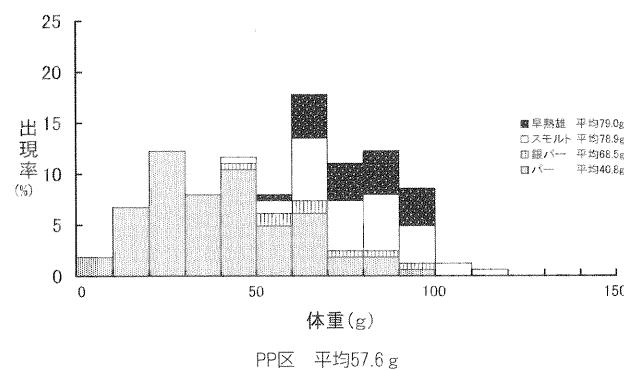
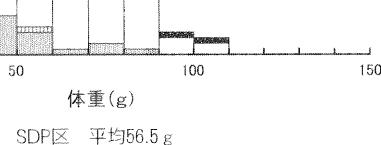
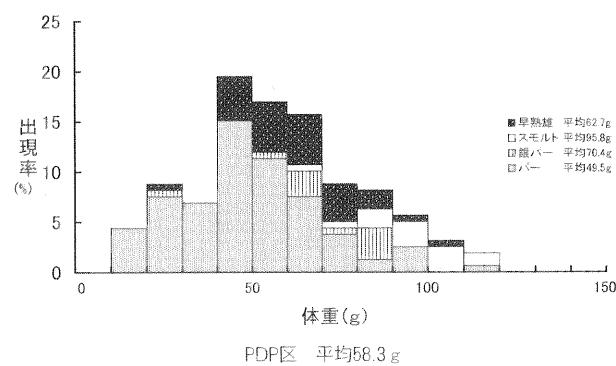
SS区はバーの平均体重が33.8 gと小さかったが、それでも雄親魚に早熟雄を使用したSDP区のバー平均体重31.6 gより大きかった。雌雄別に見ると、雌ではスモルトの出現率が67.4%を占めたがSDP区の76.7%より低く、バー出現率は32.6%ありSDP区のバーの出現率23.3%より高かった。体重別に見るとすべての雌バー個体は50 g以下であった。雄はPDP・PPの2区と違い、スモルトが20.0%と多く出現し、80 g以上ではスモルトと早熟雄に占められていた。多くのバー雄は体重20~70 gの範囲であったが、雌に比べ分布にバラツキが見られた。雄バー

の平均体重は39.0 gとSDP区の34.7 gより大きかったがSDP区では存在した80 gを超えるバー個体は雌雄とも出現しなかった。

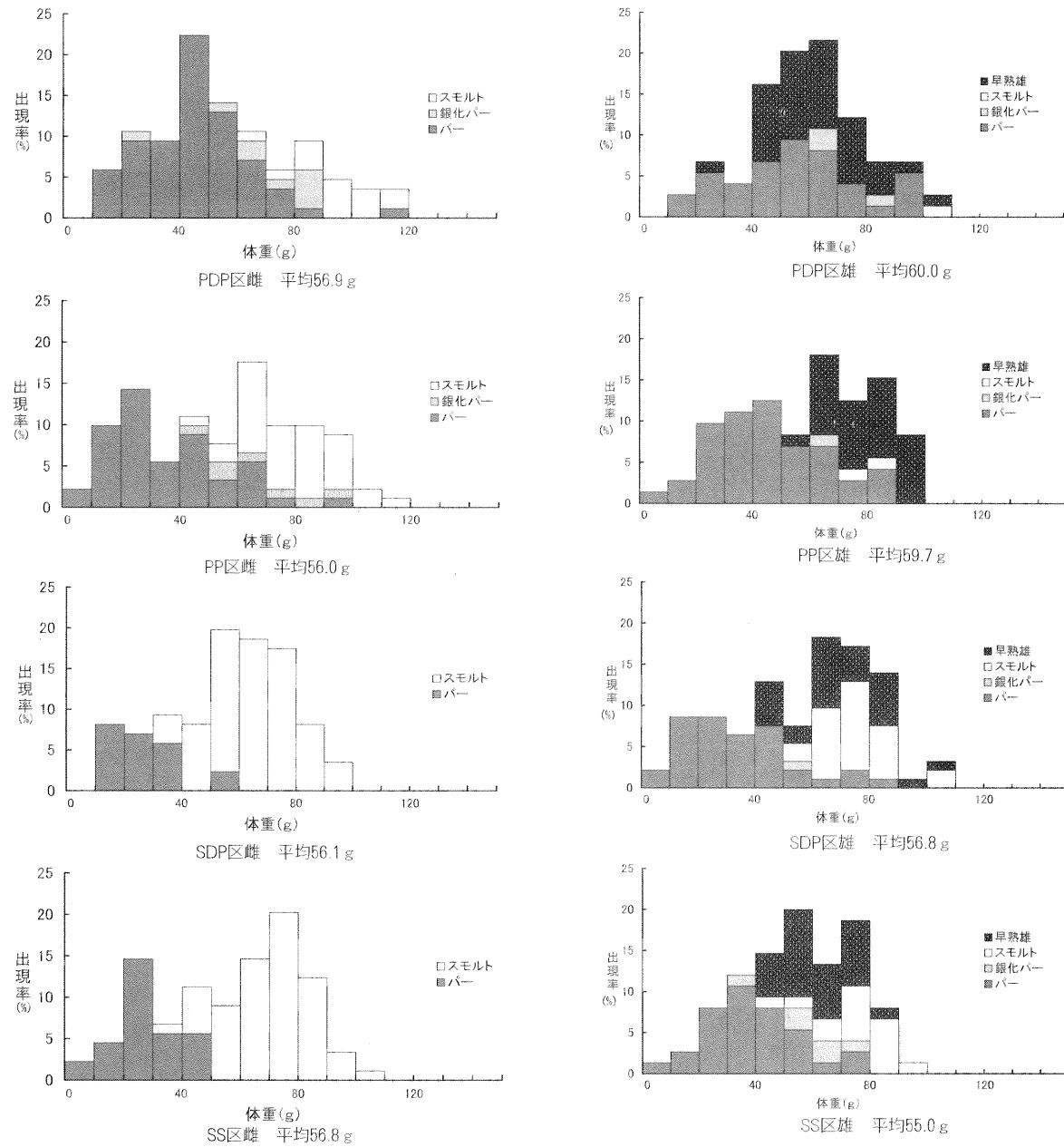
考 察

アマゴは8月終わりから9月中旬にかけて、ある大きさに達した個体がスモルトに分化し、それ以下の魚がバーのままであることが明らかにされており、その大きさを臨界分化サイズ(critical size)⁶⁾と呼んでいる。この臨界分化サイズは遺伝的影響を受け、⁷⁾系群間でそのサイズが異なる。つまり、スモルト系では臨界分化サイズが小さく、バー系では大きい(第5図)⁸⁾。

アマゴの早熟雄魚の分化開始時期は、5月以前にあり、⁹⁾スモルト化同様にある体サイズに達したものが成熟し、⁹⁾その体サイズには遺伝的変異がある。¹⁰⁾前報⁴⁾では、バーの出現比率、平均体重ともPDP区、SDP区、PP区、SS区の順となり、雌親に関係なく雄親に早熟雄を使った区がバーの出現率が高くなり、また雌雄とも大型バーが出



第3図 各区の体重組成と相分化状況



第4図 各区の雌雄の体重組成と相分化状況

表 各試験区における雌雄別の出現率と平均体重（1999年12月）

種類	相	♀			♂			
		バー	スマルト	銀化バー	バー	スマルト	早熟雄	銀化バー
PDP区	出現率(%)	72.9	16.5	10.6	47.3	1.4	47.3	4.1
	平均体重(g)	46.3	95.4	70.3	55.1	101.7	62.7	70.5
PP区	出現率(%)	51.6	40.7	7.7	58.3	2.8	37.5	1.4
	平均体重(g)	36.3	78.7	68.3	45.8	82.8	79.0	69.9
SDP区	出現率(%)	23.3	76.7	0.0	39.8	30.1	29.0	1.1
	平均体重(g)	25.8	65.2	—	34.7	74.3	68.9	59.1
SS区	出現率(%)	32.6	67.4	0.0	40.0	20.0	32.0	8.0
	平均体重(g)	28.4	70.6	—	39.0	74.9	61.6	59.4

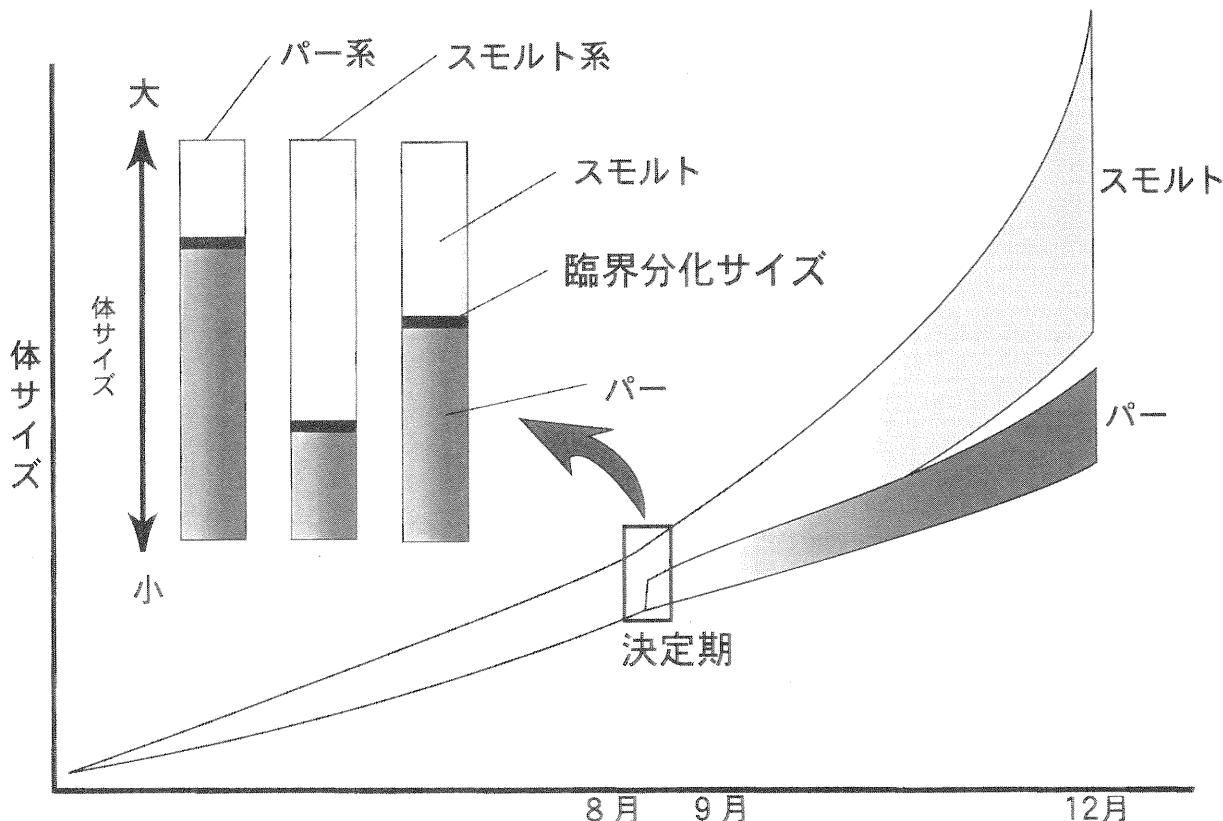
現するという結果を得た。このことから作用機構は不明なもの、早熟雄魚になる因子はアマゴのスモルト化に何らかの影響を与え、臨界分化サイズを上昇させている可能性が示唆された。

今回の徳島系アマゴの試験において、PDP区とPP区で全体の平均体重が58.3 g と 57.6 g ではほぼ変わらなかつたにも係わらず、バーの平均体重だけで見るとPDP区は49.5 g、PP区が40.8 g と 10 g 近い開きがある。また、80 g 以上のバーが群に占める割合はPDP区は4.4%、PP区が2.5%と1.76倍の差がある。この結果のみを見れば、徳島系でも早熟雄が臨界分化サイズを上昇させていると見ることが出来る。しかし、徳島系では雄親に早熟雄を雌親にスモルトを使用したSDP区はバーの出現比率・平均体重とも両親にスモルトを使用したSS区よりも低く、試験区の中で最下位となっている。今回の試験だけを見ると雄親に関係なく雌親にバーを使った区がバーの出現率が高く、大型バーが出現するという、愛媛系とは異なる結果が得られた。この原因を説明するだけの十分な知見は得られていないが、徳島系のSDP区では SS区では

出現しない80 g を超える大型のバーも出現しており、早熟雄の影響を全く無視することはできない。また、雌雄の親魚ともスモルトであるSS区でもバーの出現率が42.5 %に昇ること、さらに雌雄の親魚ともバーであるPP区の雌でスモルトの出現率が 40.7%を占め、70 g 以上の範囲ではほとんどスモルトになること等から、徳島系はスモルト、バーの両系への選抜が愛媛系に比べ不十分で、互いの相の中にも多様度が残されている可能性も考えられる。

今後、この疑問に答えを出すためには、雌雄どちらかの遺伝的影響を極力排除した状態での試験を複数の系統で行う必要がある。

いずれにしてもバー×早熟雄の組み合わせがバーの出現率が高く、バーの平均体重も大きいという結果は愛媛系、徳島系共通であり、実際にバーを選抜育種するためにはこの組み合わせが最も有効であると考えられる。ただし、その場合には、最初の母集団になる系統がスモルト方向の選抜がかかっていないことが重要である。



第5図 アマゴ相分化の概念図

要 約

1. パー系育種を行うため、早熟雄が相分化に与える影響についてスモルト化への分化サイズが大きい徳島系アマゴを使い検討した。
2. パー×早熟雄、パー×パー、スモルト×早熟雄、スモルト×スモルトの4区を作り相分化状況を調査した。
3. パーの出現率（早熟雄を含む）、パーの平均体重ともパー×早熟雄>パー×パー>スモルト×スモルト>スモルト×早熟雄の順となり昨年の愛媛系の結果とは完全には一致しなかった。
4. パー×早熟雄の組み合わせがもっともパーの出現率が高く、平均体重も大きいという結果は愛媛系・徳島系共通であり、選抜育種するにはこの組み合わせが最も有効であると考えられた。

文 献

- 1) 本荘鉄夫, 1977; アマゴの増殖に関する基礎研究. 岐水試研報, No.22,1-103.
- 2) 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, 病害防除技術(1),42-45.
- 3) 田代文男・高橋 誠・天野 賢, 1983; アマゴの増殖に関する研究-XXIII スモルト型アマゴの出現率の異なる2つの系統について. 岐水試研報, No.28,9-16.

- 4) 一柳哲也・松田宏典・桑田知宣, 2000; アマゴの育種に関する研究-VI 早熟雄が相分化に及ぼす影響について. 岐水試研報, No.45,7-12.
- 5) 松田宏典, 1999; 新たな遺伝子資源を用いたアマゴのパー系統育種について. 岐水試業報, 平成9年度,5.
- 6) Kuwada, T. 1999; Relationships between growth and smoltification in amago salmon, *Oncorhynchus masou ishikawae* (basic studies towards establishing a parr strain), proceeding of the twenty-sevens UJNR aquaculture panel symposium, 1998. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult., Suppl. No.42, 45-48.
- 7) 岐阜県水産試験場, 1998; 平成9年度地域バイオテクノロジー実用化技術開発研究促進事業報告書,7-15.
- 8) 後藤功一, 1994; 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.40,43-47.
- 9) -----, 1994; アマゴの育種に関する研究-III 光周期条件がアマゴの相分化に及ぼす影響について. 同誌, No.40,43-47.
- 10) 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. 同誌, No.28,1-8.