

アマゴの育種に関する研究-VIII

12代スマルト選抜を行った魚の生物学的特性

徳原（一柳）哲也・桑田知宣

Studies on the Breeding of Amago Salmon, *Oncorhynchus masou ishikawae*—VIII

Biological Characteristics of the strain selected for smolt for twelve generations

Tetsuya ICHIYANAGI TOKUHARA・Tomonori KUWADA

アマゴ(*Oncorhynchus masou ishikawae*)はふ化後1年目の晩秋から初冬にかけてに河川残留型であるパーと降海型であるスマルトに分れ、¹⁾ この現象を相分化と呼んでいる。パーは幼形斑であるパーマークが明瞭に見られるのに対してスマルトは体表が銀化し、パーマークが見えにくくなり、背鰭先端に黒斑（いわゆるツマグロ）が現れることが特徴である。²⁾ 降海したスマルトは約半年の海域生活の後、翌年の5月頃に産卵のため母川に遡上してくる。この遡上してきたアマゴはサツキマスと呼ばれている。³⁾

当所では、1966年からアマゴの池中養殖に取り組み、⁴⁾ この継代飼育してきたアマゴを母集団とし、1975年よりパー及びスマルトを選抜指標に2系統の選抜育種を行ってきた⁵⁾ 結果、1995年までの研究でスマルト系育種においては明瞭な選抜効果が見られることが明らかとなり、その選抜方法及び系統が確立された。⁶⁾

近年、水産養殖の分野において、固定された系統についての特性識別評価手法を確立しようとする機運が高まり、最近では、アマゴにおいても継代飼育されてきた系統の生物学的特性や形質について明らかにしようとする動きが出てきた。⁷⁾ 今回、当所のスマルト選抜を続けた系統を使い、特性調査のための試験を行ったのでその結果を報告する。なお、本研究は水産庁委託試験「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

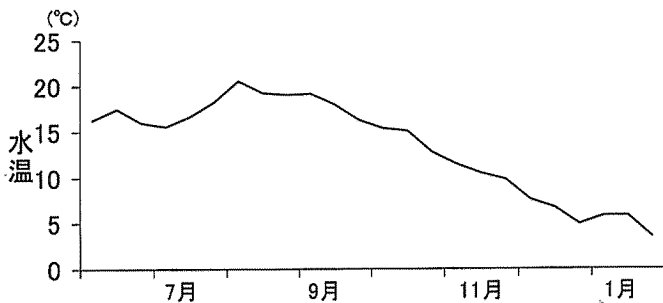
1. スマルト出現率評価試験

供試魚には1975年よりスマルトを選抜指標に12代継代したアマゴを使用した。試験期間は1999年6月18日から2000年1月21日まで行い、給餌条件をライトリッツ給餌率表100%給餌区（以下100%区、250尾供試）および30%給餌区（以下30%区、500尾供試）の2区を設定した。飼育水は河川水である。試験期間中の水温は第1図に示した。100%区は8月にすべての魚の腹腔にPITタグ®を埋め込み、個体別に相分化状況を追跡できるようにした。9月以降は毎月すべての魚の体重を個体別に測定した。100%区については8月まで、30%区は全期間、

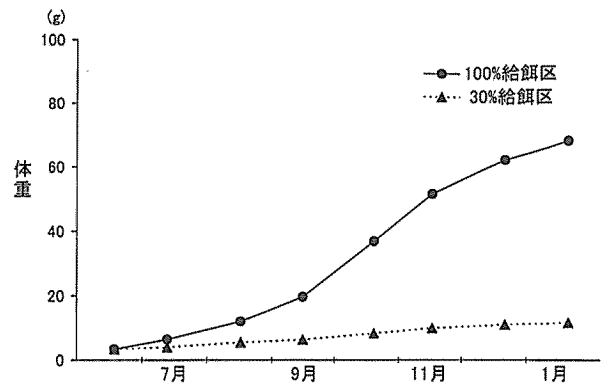
毎月100尾以上取り上げて体重を測定した。1月21日に両区すべての魚を取り上げ目視により相分化状況を調査した。スマルトの判定は、体表の銀化の進行度と背鰭先端のツマグロの有無によって行った。

2. 塩分耐性試験

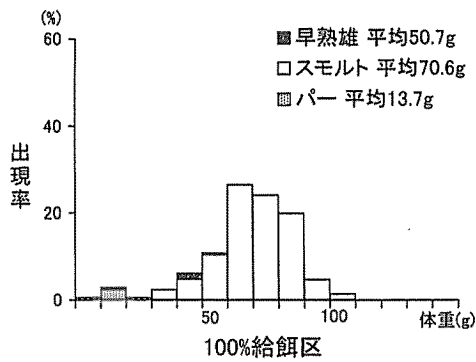
サケ科魚類において体表が銀化することと塩分耐性とはそれぞれ別のホルモンの働きであることがわかっており、体表の銀化が必ずしも海水中での生存性を示すわけではない。⁸⁾ そこでこの系統の塩分耐性を調べるため、前述のスマルト出現率評価試験においてスマルト化した魚の塩水中における生残試験を行った。2000年1月21日から2月6日までの17日間、両区の中から各10尾



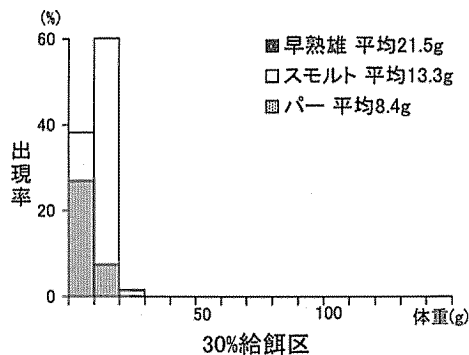
第1図 期間中の平均水温の変化 (1999-2000年)



第2図 両区の平均体重の推移 (1999-2000年)



100%給餌区



30%給餌区

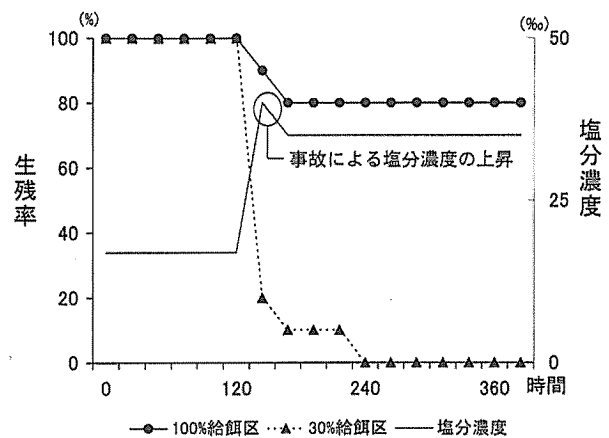
第3図 両区の体重組成と相分化状況 (2000.1.21)

を無作為に選び (第1表)、個体標識した後、循環式コンクリート池 (350cm×55cm×55cm、濾過槽200L) に一緒に収容し、飼育した。最初の6日間は半海水に相当する17‰の食塩水で、残りの11日間を全海水に相当する35‰の食塩水で飼育し、その生残率を調査した。

第1表 塩分耐性試験に使用した魚の平均体重 (2000.1.21)

	100%給餌区	30%給餌区
平均体重(g)	81.0 (67.7-96.1)	15.1 (10.3-20.2)

()内;最小値-最大値



第4図 塩分耐性試験の生残率

結 果

1. スマルト出現率評価試験

成 長

各区の成長を第2図に示した。

100%区に比べて、30%区の成長は大幅に低いものとなっており、試験期間中の日間成長率 $\{ \ln(\text{期末重量} / \text{期首重量}) \times 100 \div \text{日数} \}$ は30%区が0.57%/日、100%区が1.39%/日と約2.4倍の差があった。また、30%区の魚は全体的に頭部が大きく、いわゆるピンヘッド状を呈している魚が多かった。両区の死亡率は100%区が15.6%であるのに対して30%区が26.2%と、30%区が約1.7倍高率となった。

相分化状況

1月21日の両区の相分化状況を第2表に、体重別出現率を第3図に示す。

スマルト化率を見ると100%区はスマルト化した魚が全体の94.8%と高率であるのに対して、30%区は65.6%

第2表 各相の出現率 (2000.1.21)

	スマルト	パー	早熟雄
100%給餌区	94.8%	3.3%	1.9%
30%給餌区	65.6%	34.1%	0.3%

であった。また、スマルトの平均体重は100%区は70.6gであるのに対して、30%区は13.3gと5倍以上の開きがあった。スマルトの外見も100%区では体表の銀化も強く、久保⁹⁾のいう中期スマルト以上の個体がほとんどであったのに対して、30%区は体表の銀化が弱くパーマークが視認可能な状態を呈している魚が多かった。パーの出現率は100%区が3.3%と低率なのに対して、30%区は34.1%となり、30%区の方が約11.4倍高かった。体重別出現率から両区ともパーは小型の魚に集中していることがわかった。早熟雄の出現率は100%区が1.9%、30%区が0.3%となり、群全体としては両区とも低かった。

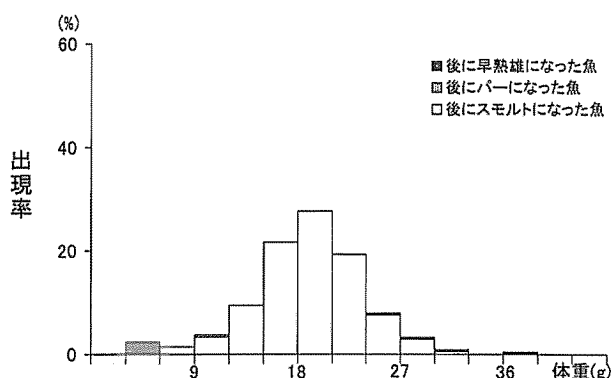
2. 塩分耐性試験

期間中の生残率を第4図に示した。塩分濃度は17%の食塩水から35%食塩水に移行するときに事故により1日ほど40%の高濃度の状態となった。100%区、30%区とも17%の食塩水濃度では100%の生残率を示した。しかしながら、誤って高濃度状態にした時に30%区では80%が死亡し、残りの20%も35%の食塩水に戻してから96時間以内に死亡した。100%区も高濃度状態で20%が死亡したが、35%食塩水に戻してから死亡は見られなかった。

考 察

アマゴの相分化に関するKuwada¹¹⁾の報告では、8月終わりから9月の中旬にかけて、ある大きさに達した個体がスマルトに分化し、それ以下の魚がパーのままであることが明らかになっており、その大きさを臨界分化サイズ(critical size)と呼んでいる。この臨界分化サイズは遺伝的影響を受け、¹²⁾個体によってそのサイズが異なる。つまり、より小さいサイズでスマルトになる魚がいれば、大きいサイズでもパーを維持する魚もいる¹²⁾。今回の試験で個体識別した100%区の9月16日におけるヒストグラムを第5図に示した。パーを維持した個体のほとんどすべては6g以下であり、Kuwada¹¹⁾の報告と同様の結果となった。30%区では個体識別は行っていないが、1月の体重組成において100%区同様に、パーが小型に偏っていることから、9月も同じ傾向と見なし、出現率34.1%のパーセントイルを求めると約4.9gとなっ

た。これは100%区の結果と近い数字であり、この系統は9月の中旬に5~6gあればスマルト化すると考えられる。第5図から9月の体重組成は12~27gの間に85%以上が集中しており、9g以下の魚では4%以下である。従って、この系統は当所の環境において通常の給餌条件であるなら、群のほとんどがスマルト化すると考えられる。



第5図 9月16日の100%給餌区の相別体重組成 (1999年)

田代ら¹⁰⁾がスマルト選抜第3代を用いて行った1981年12月10日の試験結果は飽食給餌区のスマルト出現率が66.3%・平均体重82.3g、1/2給餌区のスマルト出現率が48.8%・平均体重56.6gであった。給餌条件は異なるものの、今回の試験ではスマルトの平均体重が第3代より小さい(100%区70.6g、30%区13.3g)にもかかわらず、スマルト出現率は100%区94.8%、給餌量が少ない30%区においても65.6%であったことからスマルトには明瞭な選抜効果が認められた。

アマゴの塩分耐性についてはいくつか試験が行われており、³⁾⁴⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾スマルトアマゴに高い塩分耐性があることが明らかにされている。³⁾また、これまでの研究で当所産のアマゴも塩分耐性があり、¹³⁾¹⁵⁾降海行動を示すことがわかっている。⁴⁾

今回事故があったものの全海水濃度中で100%区のスマルトは生残性を示し、30%区のスマルトは生残性を示さなかった。このことについて、同亜種のサクラマスではサイズの大きいスマルトがより高い塩分耐性を持っていることが知られている。¹⁶⁾また、この傾向はサクラマスだけでなく*Salmo*属、*Oncorhynchus*属に広く知られている。¹⁷⁾今回100%区の平均体重は81.0g、30%区の平均体重は15.1gと5倍以上差があり、これらのことから、30%区の魚が生残できなかったのは主にサイズの問題と推察され、この系統はある程度の体サイズがあれば完全な塩分耐性があると考えられた。

本系統はほとんどの魚がスモルトになり、また塩分耐性を持っていることから、サツキマス種苗として有望であると考えられる。しかし、今回の試験では降海性といった行動特性については調査しておらず、サツキマス種苗としての有用性を完全に実証するためには、放流試験を行う必要がある。

要 約

1. 1975年よりスモルト選抜を12代続けたアマゴの系統について、相分化状況と塩分耐性について試験を行い、その生物学的特性について調査した。
2. ライトリッツ給餌率表100%給餌区において94.8%の魚がスモルトになり、ライトリッツ給餌率表30%給餌条件区でも65.6%の魚がスモルトになった。
3. この系統は9月中旬までの相分化決定期に体重が5～6g以上あればスモルトになると考えられた。
4. 塩分耐性は体サイズに従って大きくなり、適正な給餌条件で飼育されたスモルトは十分な塩分耐性をもっていると考えられた。
5. スモルトの出現率が高く、十分な塩分耐性能力を持っていることから、本系統はサツキマス種苗として有望であると考えられた。

文 献

- 1) 加藤文男, 1973; 伊勢湾へ降海するアマゴ (*Oncorhynchus rhodurus*) 生態について. 魚類学雑誌, No.20(4), 225-233
- 2) ———, 1991; アマゴの形態的特性と生活. 遺伝, No.45(1), 76-81
- 3) 本荘鉄夫監修, 1975; 降海性アマゴの増殖. 水産増殖叢書34, 日本水産資源保護協会, 101pp. 東京.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 後藤功一, 1995; 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群特性について-2. 岐水試研報, No.40, 11-18.

- 7) 伏木省三・山本慎一・仲 和弘・清水寿一, 2000; 新宮実験場産アマゴの生物学的特性. 近大水研報, No.7, 25-33.
- 8) 山内皓平・高橋裕哉, 1987; 回遊行動とホルモン. 回遊魚の生物学, 学会出版センター, 東京, 156-171
- 9) 久保達郎, 1974; サクラマス幼魚の相分化と変態の様相. 北海道さけ・ますふ化場研報, No.28, 9-26.
- 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 上松和夫・荒木育生・紀 有文・本荘鉄夫, 1973; アマゴの海水飼育について. 水産増殖, No.21(3), 100-104.
- 14) Fujioka Y. and S. Fushiki, 1989; Seasonal Changes in Hypoosmoregulatory Ability of Biwa Salmon *Oncorhynchus rhodurus* and Amago Salmon *O. rhodurus*. Nippon Suisan Gakkaishi, No.55, (11), 1885-1892.
- 15) 武藤義範・原 徹・斉藤 薫, 1995; 全雌アマゴの環境特性評価試験-II 全雌アマゴの飼育特性及び海水適応能について. 岐水試研報, No. 40, 35-41.
- 16) 伴 真俊・菅野 肇・泉 孝行・山内 皓平, 1988; 池産0年魚サクラマスの体長と塩分耐性. 東北水研研報, No.50, 117-123.
- 17) Hoar, W. S. 1976; Smolt Transformation: Evolution, Behavior, and Physiology. J. FISH. RES. BOARD CAN., 33, 1233-1252.