

色彩色差計によるアマゴのスマルト化の定量的測定について - II

桑田知宣・一柳哲也・都竹仁一・岡崎稔・臼田 博*

Measurement of Body Color on Smoltification in Amago Salmon
Oncorhynchus masou ishikawae by Colorimeter - IITomonori KUWADA・Tetuya ICHIYANAGI
Niichi TUZUKU・Minoru OKAZAKI・Hiroshi USUDA*

相分化の育種を行うためにはパーとスマルトを一定の基準で選別し記録する必要がある。そこで前報¹⁾でアマゴのスマルト化の程度を定量的に測定する方法を検討したところ、色彩色差計によってパーマーク上を測定することによりパーとスマルトの判別を行えることが明らかになった。しかし、この判定方法には、パーのパーマークがスマルトより黄色いと判定される視覚との相違が含まれている。一方、前報¹⁾においてパーマーク以外の場所を測定した場合でもスマルト化の程度を定量化できる可能性が示された。この場合には、視覚と測定値との矛盾は解消される。そこで本研究では、パーマーク以外の部位を測定した場合の色差計によるスマルト化の程度の定量化について検討した。また、目視による判定基準の変動やパーの体色の季節変化についても若干の知見を得たので併せて報告する。

材料及び方法

試験は1998年11月に行なった。供試魚には雌性発生技術を応用した育種試験で継代中の大型パー選抜群、中型パー選抜群、銀化パー選抜群、戻りスマルト選抜群、スマルト選抜群を用いた。

大型パー選抜群からパーを、スマルト選抜群からスマルトを目視によって選別し、色彩色差計によって個別別に体色を測定し、その測定値の線形判別分析を行い判別式を求めた。

各選抜群より60尾を無作為に抽出し、個別別に目視による相の判定を行い、体重、体色を測定した。各群の目視による判定は、体色の銀白色化と背鰭先端の黒化を指標として行い、パーとスマルトを群中から選別し、最後

に残った判定の難しい中間個体を銀化パーと判定した。なお、判定の際に各群の判定基準が同じになるように心がけた。体色の測定部位は背鰭下の側線上のパーマーク以外の部位とした。色差計は、照明方式がD-0法(JIS Z8722)、センサーの径が8mmのB社の携帯型色差計(B-8)を用いた。照明光源はD₆₅、色調はL^{*}、a^{*}、b^{*}モード(JIS Z8729)で測定した(以下L・a・b)。Lは明度、aとbは色度を示し、aは(+)方向が赤、(-)方向が緑、bは(+)方向が黄色、(-)方向が青を意味する。

大型パー選抜群については、10月、12月、1月、3月にも体重と体色の測定を行った。

* 現在 岐阜県農林商工部水産課

結果及び考察

パー選抜群のパー及びスマルト選抜群のスマルトのL・a・b値を第1表に、両相のL値とb値の関係を第1図に、L値とa値の関係を第2図に示した。パーのL値とb値には正の相関、スマルトのL値とb値には負の相関が認められた。スマルトのL値はパーのそれより高く、スマルトのa、b値はパーのそれらより低い傾向を示した。これらの傾向は、前報¹⁾の実験2と同様であった。

第1、2図に示したようにL値単独でもパー群とスマルト群をほぼ分けることが出来るが、精度を高めるため、両相を分ける境界を両群のL値、a値、b値を用いて線

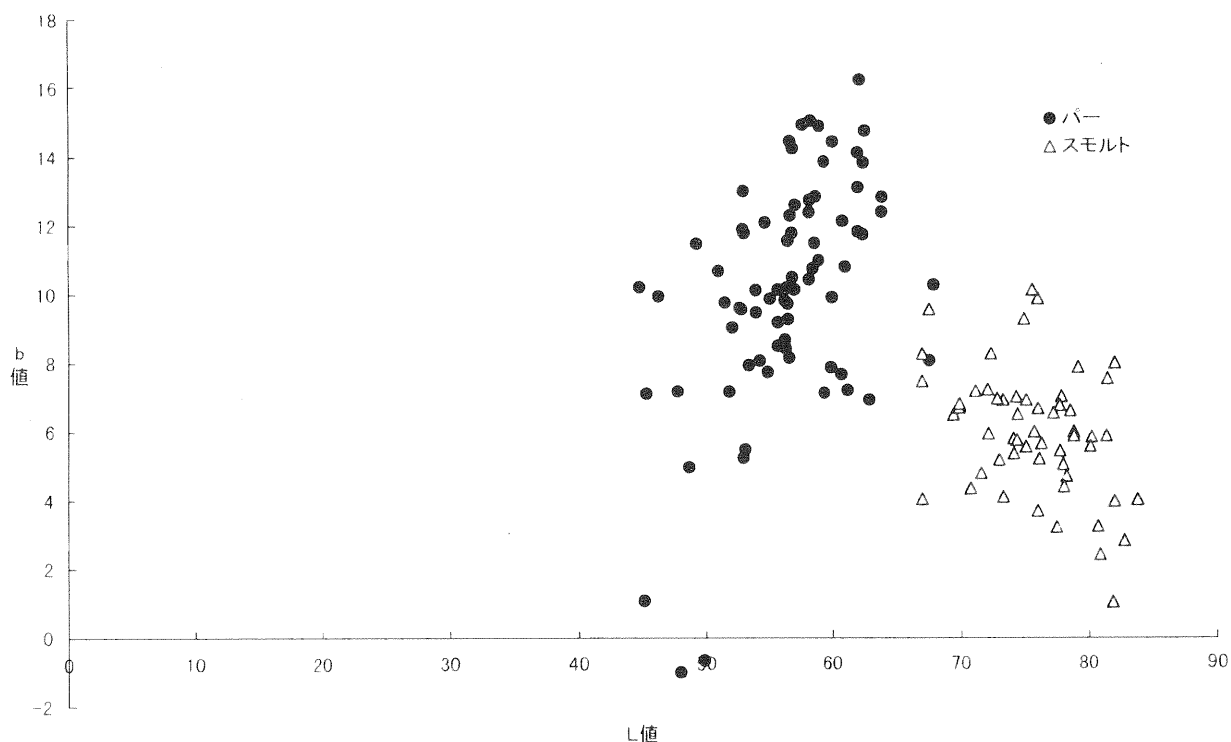
形判別分析によって求めた。線形判別分析の結果を第2表に示した。Yは判別得点を示し、パーとスマルトの境界は $Y=0$ である。スマルト寄りの個体は正の値を取り、パー寄りの個体は負の値をとる。一致率は、 $Y>0$ をスマルト、 $Y<0$ をパーと判別した場合の目視による判別との一致割合を示している。一致率は、全体で99.2%となった。このことより、パーマーク以外の部位を測定する方法でも色差計によるパーとスマルトの判別が可能であることが示された。

判別式は、 $Y=0.985L-1.783a-1.08b-54.02$ となり、前報¹⁾において同じ機種でパーマーク上を測定した場合の式 $Y=2.917L-1.089a-3.718b-154.32$ と異なる式になった。この原因は、測定部位の違いによって生

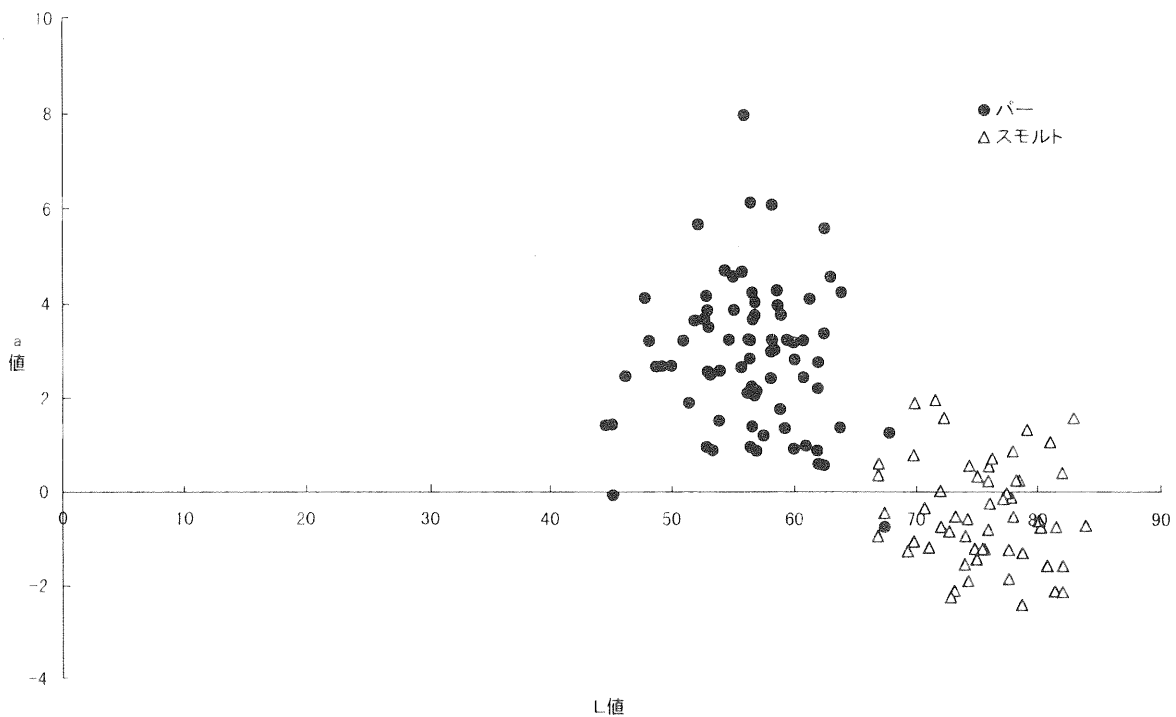
第1表 色差計(B-8)を用てパーマーク以外を測定した場合のパー及びスマルトのL・a・b値(平均値±標準偏差)

相	L	a	b
スマルト (56)	75.57±4.37	-0.42±1.11	5.95±1.84
パー (76)	56.27±4.93	2.89±1.54	10.12±3.29

()内は供試尾数



第1図 パーマーク以外を測定した場合のパーとスマルトのL値とb値の関係



第2図 パーマーク以外を測定した場合のパーとスマルトのL値とa値の関係

第2表 色差計(B-8)を用いてパーマーク以外を測定した場合の判別式及び判別得点と目視との一致率

判別式	相	判別得点	一致率(%)
$y = 0.985L - 1.783a - 1.08b - 54.02$	パー(76)	-14.7 ± 5.09	98.7
	スマルト(56)	14.7 ± 5.84	100

相の()内は供試尾数
 判別得点は平均値±標準偏差
 一致率=一致数/供試尾数×100

じたと考えられる。本試験の方法を用いれば視覚と測定値(b値)との相違は生じない。しかし、重要なのはより高い精度で客観的判定を行うことである。本試験結果からはどちらの方法が優れているのか判定する事は出来ない。今後、パーマーク上を測定する方法とそれ以外を測定する方法の判定の相違や判別精度について調査する必要がある。

本報の判別式を用いた場合の同一個体における判別得点のバラツキを、前報¹⁾実験3のデータ(側線上をランダムに測定した場合のスマルト)を用いて算出すると、判別得点は正規分布となり(コルモゴロフスミルノフ検定)、平均値は22.3、最大値は27.5、最小値は17.6となったことより、この方法により各個体1回の測定を行って得られた判別得点は、最大で平均値から前後におよそ5

ズレる可能性があると考えられる。

各群ごとにパーとスマルトの判定を判別得点によって行い、その判定と目視による判定を比較した。ただし上記の結果より、判別得点が-5から5の間は、測定時の誤差によって誤判別が含まれると考えられるため、銀化パーと判定した。目視による判定と色差計による判定には、銀化パーとスマルト、銀化パーとパーとの間で双方向で判定が異なるケースが認められたが、パーとスマルトの間では全く認められなかった。判定が異なった原因は、両判別方法の判定誤差によると考えられる。

各群の目視による相分化の判定基準の変動をチェックするために、各群ごとに目視によって銀化パーと判定された個体の判別得点の平均値とバラツキを調査し第3表に示した。データ数の多い戻りスマルト選抜群と銀化パー

第3表 各群の目視によって銀化パーと判定された個体の判別得点

群	大型パー選抜群	中型パー選抜群	銀化パー選抜群	戻りスマルト選抜群	スマルト選抜群
個体数(尾)	3	3	15	15	5
平均値	-0.61	3.27	2.75	9.81	0.09
標準偏差	8.09	3.01	5.62	3.80	4.05
最大値	8.08	6.7	14.82	13.39	2.36
最小値	-7.92	1.2	-7.09	1.1	-7.13

第4表 大型パー選抜群の判別得点の季節変化

	10月1日	11月17日	12月21日	3月12日	4月19日
平均値	1.91	-14.14	-21.38	-15.8	-12.9
標準偏差	4.89	5.83	6.43	5.94	6.19

判別得点は判別式 $Y = 0.985L - 1.783a - 1.08b - 54.02$ によって算出

選抜群を比較すると、戻りスマルト選抜群の銀化パー（目視判別）の判別得点の平均値(9.81)は、銀化パー選抜群のそれ(2.75)より有意に大きかった ($P < 0.05$)。

このことは両群間で目視によるパーとスマルトの判別基準が異なっていたことを示しており、目視判別で一定の判定基準を保つことの難しさが明らかになった。

大型パー選抜群の0年魚10月から1年魚4月までのL、a、b値と判別得点の平均値と標準偏差を第4表に示した。大型パー選抜群の判別得点の平均値は、相分化前の10月1日には1.9であったが、相分化の盛期である12月には-20.9となり、相分化の終期である4月には-12.9になった。大型パー選抜群は、95%がパーに分化したことから、その判別得点の推移はパーに分化する個体の体色変化を反映していると考えられる。この結果からスマルトだけでなくパーの体色も相分化期に季節変化することが明らかになった。

アマゴの相分化の育種を行う場合の各世代の選別は2年に1度となる。従って目視による判定では、2年前の相分化の判別基準を想像しながら判定を行うこととなる。本試験の結果を考慮すれば、そのような方法によって各世代の判別基準を一定に保つことは困難であることがわかる。一方、色差計による判定を用いれば各世代一定の基準を維持出来ると考えられる。しかし、測定誤差による誤判別の問題を回避するためには、1尾について複数回の測定を行う必要があり、大量の魚の選別を行う際に全ての個体についてそのような測定を行うのは現実的ではない。本試験の結果が示すように客観的基準による判

定が必要なのは、判別の境界となる中間相であり、明瞭なパーやスマルトについては色差計を用いる必要はないと考えられる。従って、実際の選別では、目視による方法と色差計による方法を併用し、中間相の判別は色差計によって1尾につき複数回の測定を行うのが良いと考えられる。また、育種研究ではどのような個体を選抜群としたのかを記録することが重要である。このような場合には色差計を用いた判定による記録が有効であると考えられる。

要 約

1. 色彩色差計(B-8)を用いてアマゴの背鰭下側線上のパーマーク以外の部位を測定(L・a・b値)することによりアマゴのスマルト化の定量化を試みた。
2. パーとスマルトの測定値(L・a・b値)の線形判別分析より判別式を得た。パーマーク以外の部位を測定した場合においても判別式によって算出される判別得点(Y)によってパーとスマルトを判別することができた。
3. 異なる2群についてそれぞれ目視によって選別した銀化パー(中間相)の判別得点に有意な差が認められたことより、目視による判別によって一定の判別基準を保つことの難しさが明らかになった。
4. 95%の個体がパーに分化する群の10月から4月までの体色変化を調査したところ、10月の体色は相分化期

の銀化パーに相当し、その後相分化によってパーの体色に移行したことより、パーの体色も相分化期に変化することが明らかになった。

5. 相分化の育種における実際の選別では、目視による判別と色差計による判別を併用し、中間相の判別は色差計によって1尾につき複数回の測定を行うのが良いと考えられる。また、本手法によって選抜群の相分化の状態を客観的に記録することが可能となった。

文 献

- 1) 桑田知宣・松田宏典・都竹仁一, 2000 ; 色彩色差計によるアマゴのスモルト化の定量的測定について-I, 本誌