

(短報) 測定部を改良した色彩色差計による 魚類の体色評価方法の検討

安藤 大成

Examination of assessment method for fish body color using a modified measurement head of a chromameter

Daisei Ando

Abstract To confirm whether or not the modified chromameter is applicable to small fish, verification using masu salmon juveniles as a model was carried out. The body color of juveniles was assessed using a chromameter (CR-300; Konica Minolta Sensing, Inc.) which reduced the measurement diameter, and the brightness (L-value) was compared with that measured at the normal measurement head ($\phi 11$ mm). To reduce the measurement diameter, the normal measurement head was masked by a black or white-colored board, in which $\phi 3$ mm and $\phi 1.5$ mm holes had been made, respectively. The L-value measured using the normal head ranged from 33.16 to 72.95, and the mean value \pm SE was 57.19 ± 1.21 . There were significant correlations between the L-value of the reduced measurement diameter and normal measurement, except for one result (masked by $\phi 1.5$ mm using the black board). The highest coefficient of correlation was calculated for the diameter masked by $\phi 3$ mm using the black board.

In the case of reducing the diameter to $\phi 3$ mm, it was thought that quantitative analysis of juveniles' body color was not dependent on the color of masking materials. However, the white board was suitable for masking material when the measurement diameter was reduced to $\phi 1.5$ mm. These results suggested that a chromameter could be used to assess the body color of small fish.

Key words : 色彩色差計, 測定径, サクラマス, L 値, 体色測定

降海型サクラマス *Oncorhynchus masou masou* の幼魚は降海年の冬から春にかけてスモルト化し、グアニンやヒポキサンチンの沈着により体色が徐々に銀白色に変化していくことが知られている (Hayashi, 1971)。この体色変化の過程は目視によって体表の銀白化と背鰭もしくは尾鰭先端の黒化度合い (つま黒) から分類され、パー、銀化パー、前期スモルト、中期スモルトなどと判別されている (久保, 1974)。この方法は簡便であり野外調査などでは有用であるものの、パーからスモルトへの変化は連続的であるため、観察

者の経験や主観により判別基準が異なる可能性も考えられる。近年、同じサケ科魚類に属するアマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae* ではパーとスモルトの選別を一定基準で行う目的から、色彩色差計を用いた体色の客観的評価が行われている (桑田ら, 2000)。また、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* やマダイ *Pagrus major* といった有用海産魚類では色彩色差計で計測した値が環境条件の評価や種苗性の判定に有用な指標であることが報告されており (青木ら, 1997; 井口, 2001)、色彩色差計による体色評価は種苗性判

定の観点からも興味深い。

サクラマスにおいても色彩色差計による体色の定量化が行われており、明るさを表す明度 L^* （理想的な黒を0，白を100とする指標で、以下、単に L と表記する）はスモルト化に伴い上昇傾向を示すことが知られており、スモルト化の進み具合の客観的評価や (Ando et al., 2005), パーとスモルトを選別する際の指標となりうる事が報告されている (千田・木島, 1994)。

一方、サクラマスと同様、シロザケ *Oncorhynchus keta* 稚魚でも成長に伴い、グアニンおよびヒポキサンチンの量が増加していくことが知られている (Nakano et al., 1988)。このことはシロザケ稚魚においても色彩色差計による体色の定量化が可能であることを示しており、色彩色差計による体色評価が種苗性評価や放流時期の判定にも利用できる可能性がある。しかし、これまでマダイ、アマゴ、サクラマスの体色評価で実際に使用された色彩色差計 (コニカミノルタセンジング (株) 製 CR-300: 千田・木島, 1994; 青木ら, 1997; 桑田ら, 2000) は、測定径が8 mm (以下、直径を ϕ で示す) であり、水産生物のように濡れた表面を測定する場合には、照明径11 mmの防水性ガラス付遮光筒 (コニカミノルタセンジング (株) 製 CR-A33a) を装着して測定を行うのが一般的であるため、体高の低い小型魚の測定には適さない。したがって、シロザケ稚魚のような小型魚を測定する場合には、測定径の縮小が必要となるが、これまで魚類の体色評価では測定径を狭めた場合の調査例は報告されておらず、また、小型魚の場合は色彩色差計の自重により魚体を傷つける恐れもあるため、小型魚にも適用できるかどうかはわかっていない。

本報告は将来、シロザケ稚魚のような小型魚を傷つけずに色彩色差計で測定することを想定し、サクラマス幼魚をモデルとして通常の測定径と周囲を遮光することにより径を狭める様に改良した測定径 (以下、縮小測定径と称する) で体色を測定し、両者の結果を比較することによりその有効性を検証した。

検証は、北海道立水産孵化場で飼育されている尻別川を起源としたサクラマス1+幼魚を用いて、2006年2月から3月にかけて行った。60尾を麻酔し、尾叉長を測定した後、体表面の水分を拭いて色彩色差計で体色の L 値を測定した。外見から明らかに早熟雄と判定された個体は除外した。なお、色彩色差計での測定は通常の遮光筒 (照明径11 mm) を用いた測定の後、

厚さ2 mmで表面が滑らかな白色と黒色 (アクリルサンデー (株), 型番401, 型番502) の板にそれぞれ ϕ 3 mm と ϕ 1.5 mm の穴を開け、照明径11 mmの遮光筒に密着させることによりガラス面を覆い、遮光筒の先端の測定径を縮小することで行った。なお、この場合の照明径と測定径の直径は等しくなる。

1尾の魚につき連続して計5回の測定を行った (ϕ 11 mm, 白色板の ϕ 3 mm と ϕ 1.5 mm, 黒色板の ϕ 3 mm と ϕ 1.5 mm)。測定部位は通常の測定 (ϕ 11 mm) では、千田・木島 (1994) に従い、鰓蓋の最も近くにある形状の明瞭なパーマークの側線上の部位 (明瞭でない場合は同部位と考えられる位置) とし、縮小測定径を用いた測定では、 ϕ 11 mm で測定した場合の焦点と思われる場所に測定位置を合わせるようにした。また、縮小測定径を用いた測定では小型魚を測定することを想定し、測定ヘッドの重さで魚体を傷つけないようにするため、通常時とは測定ヘッドの向きを上下逆にし、魚体を色板の下から測定する方法で行った。また、測定ヘッドのずれを防止するため、色板の裏に円形の輪を装着し、この輪の中にヘッドの先端をあわせるようにして測定を行った (Fig. 1)。測定終了後、用いた両色板の明るさを把握するため L 値を10回ずつ測定した。

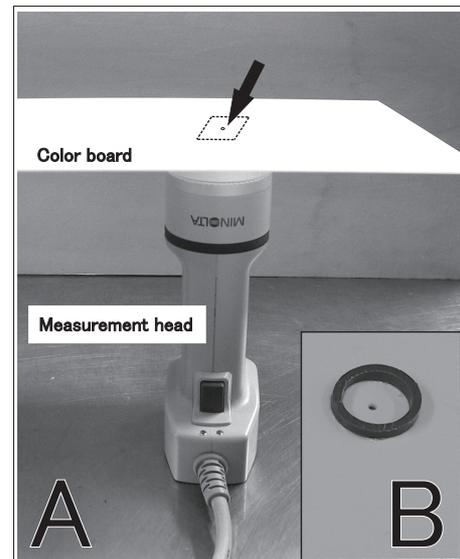


Fig. 1 A) Measurement head of chromameter. The head was turned upside down and a color board, in which ϕ 3 mm or ϕ 1.5 mm holes had been made, was placed on the measurement head, and the body color of the fish measured from the lower side through this board, using a normal head of ϕ 11 mm. A fish was placed on the hole (arrow) to measure the body color. B) The underside of color board within the dotted line. The ring was attached to the board to fix the position of the measurement head.

測定に用いたサクラマス幼魚の平均尾叉長は14.5 cmであった。通常の測定 ($\phi 11$ mm) でのL値は33.16~72.95の範囲であり、平均値 \pm 標準偏差は57.19 \pm 1.21であった。白色の板を遮光材とし $\phi 3$ mmおよび $\phi 1.5$ mmで測定したL値はそれぞれ、87.99 \pm 0.10および92.49 \pm 0.04であり、通常の測定より高いL値を示した。また、黒色の板を遮光材とし $\phi 3$ mmおよび $\phi 1.5$ mmで測定したL値はそれぞれ、27.36 \pm 0.28および22.39 \pm 0.19で通常の測定より低いL値を示した。白色と黒色の色板のL値はそれぞれ、94.46 \pm 0.11および19.46 \pm 0.04であった。通常の測定値と縮小測定径を用いたL値の関係をピアソンの相関係数を用いて検定したところ、白色の板を遮光材として用いた場合の $\phi 3$ mm ($r = 0.49$, $p < 0.01$) と $\phi 1.5$ mm ($r = 0.44$, $p < 0.01$), および黒色の板を遮光材として用いた場合の $\phi 3$ mm ($r = 0.69$, $p < 0.01$) で相関関係が認められたが、黒色の板を遮光材として用いた場合の $\phi 1.5$ mm ($r = -0.07$, $p > 0.05$) では相関は認められなかった (Fig. 2)。

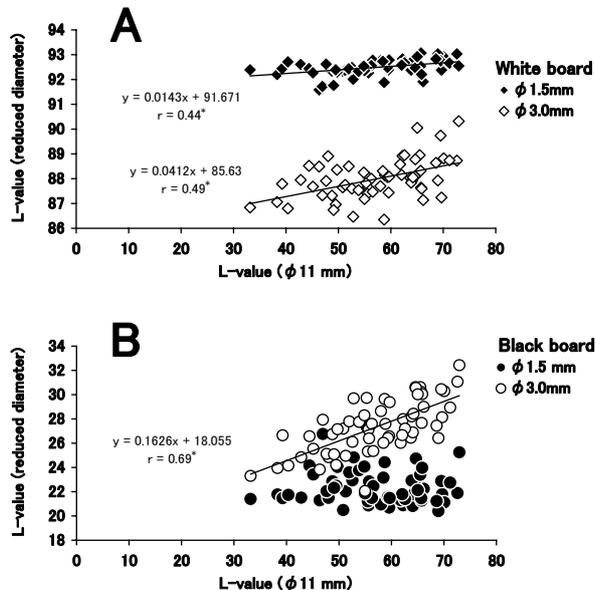


Fig. 2 A) Correlation between L-value of the reduced diameter masked by a white board ($\phi 3$ mm and $\phi 1.5$ mm) and the normal measurement head ($\phi 11$ mm). B) Correlation between L-value of the reduced diameter masked by a black board ($\phi 3$ mm and $\phi 1.5$ mm) and normal measurement head ($\phi 11$ mm). Asterisks on coefficient of correlation denote the significant relationship.

本研究は色彩色差計を用いた種苗性評価をよりサイズの小さい魚にも応用することを目的とし、その有効性を確認するための試験である。照明径11 mmの遮光筒をL値が94.46の白色の板と19.46の黒色の板を遮光材として用いて $\phi 3$ mmにしたところ、いずれも通常測定時のL値と相関関係が認められ、照明径11 mmで測定した場合のL値が高いほど $\phi 3$ mmで測定した時のL値も高いという傾向が認められた。L値には単位は無く、0~100までの数値で明度をあらわす性質があるため、たとえL値の絶対値が変わっても通常測定時 (照明径11 mm, 測定径8 mm) のL値と相関があり、体色変化を数値化することができれば、数値の上限値と下限値を把握することで体色変化の定量化が可能となる。また、L値が大きく異なる白色と黒色の色板で相関関係が認められたことは遮光する板の表面が均質であれば、その色に関わらず遮光材として使用できることを示している。さらに、測定ヘッドを通常時とは上下逆に使用してもその姿勢差に関わらず体色評価が可能であることが確認されたことは、測定ヘッドの重さを魚体にかげずに測定できるため、魚を傷つけずに小型魚の体色評価を行うことができると考えられた。

測定径3 mmの測定では黒色の板を遮光材として使用した方が通常測定値との相関係数は高く、元の体色のばらつきをより反映していると考えられた。一方、測定径1.5 mmの測定では黒色の板を遮光材として用いた場合では相関は認められず、白色の板を用いた時のみ相関が認められた。黒色の板を遮光材として用いた $\phi 1.5$ mmでの測定ではL値が22.39 \pm 0.19であり、 $\phi 3$ mmでの測定値 (27.36 \pm 0.28) よりも約5低下しているものの、黒色の板そのもののL値 (19.46 \pm 0.04) よりも高い値を示していた。一般に白色は光を反射し黒色は吸収することが知られており、このことは黒色の板を遮光材とした $\phi 1.5$ mmの測定でも何らかの光を読み取っているものの、魚の色情報 (色差) が少ないため、大部分の光が黒色の遮光材に吸収されてL値の差として検出されないものと推定された。一方、白色の板を遮光材として用いた $\phi 1.5$ mmの測定では有意な相関関係が認められた。測定径1.5 mmではL値が92.49 \pm 0.04と $\phi 3$ mmの測定値 (87.99 \pm 0.10) よりも高かったが、白色の板そのもののL値 (94.46 \pm 0.11) よりも低い値を示していた。このことより、白色の板を遮光材として用いた $\phi 1.5$ mmの測定では魚体の色差を含む何らかの色情報を反射してお

り、それが白色の遮光材によって吸収されずにセンサーまで届くことで、光情報を数値化できるものと考えられた。しかし、 $\phi 3$ mmの測定では黒色の板を遮光材として用いた方が白色の板を用いた場合より相関係数が高かったことは、測定径の大きさによっては余計な反射光を吸収できる黒色の板を用いた方が良いことを示しており、測定径の大きさと遮光材に用いる色の関係については課題が残った。

浮上時のシロザケ稚魚の体長は38 mm前後、体高は体長の12~18%程度であることを考えると(帰山, 1986)、体高は4.5 mm以上となるため、浮上後のシロザケ稚魚の体色評価には黒色の板を遮光材とした測定径3 mmが適していると考えられる。また、測定径1.5 mmが必要とされるさらに小型の魚については白色の遮光材を用いれば体色の客観的評価が行えると考えられた。

最後に本研究を遂行するにあたりコニカミノルタセンシング(株)の萩原孝明氏、岡本貴浩氏、鶴川浩一氏には技術的なアドバイスと有益な助言を多く頂きました。深く感謝申し上げます。

文 献

- Ando, D., Kitamura, T., and Mizuno, S. (2005). Quantitative analysis of body silvering during smoltification in masu salmon using chromameter. *North American Journal of Aquaculture*, 67, 160-166.
- 青木秀夫・山形陽一・田中真二 (1997). 高品質マダイの生産技術開発に関する研究. 平成8年度三重県水産技術センター事業報告, pp212-214.
- 千田康司・木島明博 (1994). 色彩色差計によるサクラマスのスモルト化の定量的測定法について. 水産育種, 20, 55-61.
- Hayashi, S. (1971). Biochemical studies on the skin of fish-II. Seasonal change of purine content of masu salmon from parr to smolt. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 37, 508-512.
- 井口雅陽 (2001). 体色によるヒラメ種苗の質の評価. 月刊アクアネット, 湊文社, 東京, 110-113.
- 帰山雅秀 (1986). サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活に関する生態学的研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 40, 31-92.
- 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・ますふ化場研究報告, 28, 9-26.
- 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. 岐阜県水産試験場研究報告, 45, 23-31.
- Nakano, H., Shirahata, S., Yabe, K., Ogawa, Y., and Ito, Y. (1988). Changes in guanine and hypoxanthine contents of skin during early development of chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 1253.