

富士の介における出荷前の色揚げ期間の検討

三浦正之・平塚 匡・青柳敏裕・大森洋治

マス類養殖業においては、不況による販売量の停滞、飼料代を中心とした生産経費の上昇によってその経営は厳しいものとなっている。このような状況の中、全国的にブームになりつつあるスペシャル・トラウトやご当地サーモンと呼ばれる付加価値の高いブランドサーモンにおいては、輸入鮭鱒類との差別化が図られ、近年食材としての地位が高まりつつあり。山梨県水産技術センターが開発したニジマス *Oncorhynchus mykiss* とマスノスケ *O. tshawytscha* (英名：キングサーモン) を親魚とするブランドサーモン「富士の介」(2017年に名称決定)においては、2016年に水産庁による「三倍体魚等の水産生物の利用要領」に基づく確認が完了し、2017年に山梨県内の民間養鱒場での養殖が始まるとともに、2019年から市場への流通が解禁した。富士の介は日本では希少なマスノスケを親魚として用い、かつ異なる魚種間の交配により作出されたという他に類を見ない特殊性がある²⁾。また、食味の観点からも優れていることが分析に基づき明らかにされており³⁾、その魚種自体が他のサーモンとの差別化を図るために有利な特徴を数多く持つ。

富士の介の出荷時の身色に関しては、生産者、生産者団体、山梨県で構成される「富士の介生産者連絡会議」⁴⁾において出荷時の基準が定められており、これを満たさない場合は富士の介として出荷することはできない。現在、富士の介の色揚げに必要な期間については詳細には明らかにされておらず、ニジマス養殖におけるこれまでの経験に基づき行われているのが現状である。本研究では富士の介における出荷前の色揚げに要する期間を実際の出荷サイズの魚を用いて検討した。

材料及び方法

山梨県水産技術センター忍野支所(以下、当支所)で作出した富士の介(ニジマス雌とマスノスケ性転換雄を交配した全雌異質三倍体魚)を供試した。供試魚は飼育試験開始までアスタキサンチンなどのカロテノイド系色素を含まない市販のマス類用配合飼料(日清丸紅飼料, マススーパー)を給餌し、試験開始まで水温 12.5°C の地下水をかけ流しながら飼育した。供試尾数は 50 尾とし、実際の出荷サイズを想定して体重 1,500g 程度の魚を使用した。

試験は水温 12.5 °C の地下水を 1.2L/s でかけ流した角型コンクリート池(容量 7.5t)において行った。試験には、アスタキサンチン製剤を添加した飼料および添加しない飼料を用いた。飼育開始から 24 週間はアスタキサンチン製剤を添加した飼料を給餌し、色揚げに要する期間を検討した。その後の 12 週間はアスタキサンチン製剤を添加しない飼料を給餌し、色落ちの状況を確認した。

アスタキサンチン製剤を添加した飼料については、市販のマス類用配合飼料(科学飼料研究所, まず類育成用ネッカ EP)に対して、アスタキサンチン製剤(DSM: アスタキサンチン 10%含有)を外添して使用した。アスタキサンチン製剤の添加は飼料重量 1kg に対して、水道水で調整した 0.5%のアスタキサンチン製剤懸濁液 100mL をプラスチック製のたらいの中で混合したものをビニール袋で密閉し 4°C の冷蔵庫内で 1 晩静置した後に、再度たらいの中で 50mL の大豆油を用いてコーティングする方法で実施した。飼料は使用までビニール袋で密閉した状態で冷凍保存した。なお、乾燥による水分減少を加味した試験飼料の最終的なアスタキサンチン濃度の推定値は 43.7ppm であった。また、アスタキサンチン製剤を添加しない飼料は飼料重量 1kg あたり 100mL の水道水を混合し、同様に静置および大豆油でのコーティングを行ったものを用いた。

Miura Masayuki, Hiratsuka Tadashi, Aoyagi Toshihiro, Omori Youji

給餌は1日3回、土日を除く週5日間（但し、測定日は除く）、体重に対して一定の割合を与える給餌方法（以下、制限給餌）で実施した。制限給餌における給餌率は体重あたり0.8%を目安とし、飼育魚の総重量に基づき設定した。なお、この給餌率は著者らが経験に基づき飽食量に近い給餌量と判断して設定した値である。4週間に1回の月曜日に、飼育魚の体重を個体別に測定するとともに、5尾を取り上げ身色の確認に供した。測定は1/2,000に希釈したFA100（DSファーマアニマルヘルス）溶液にて麻酔をかけた魚に対して実施した。

身色の確認については、活締め後に地下水中で鰓の切断による5分間の脱血処理を施し、速やかに3枚おろし筋肉背側後方部においてカラーチャート（DSM Salmo Fan™）を用いて著者らのうち2名で肉色を判定した。

結果

平均体重は試験開始時が1,556±113g（平均体重±標準偏差）で、試験終了時は2,790±885gであった（図1）。期間ごとの日間摂餌率はどの期間も約0.8%であった（図2）。日間成長率は0.31～0.40%で飼育の経過とともに緩やかに低下した（図3）。飼料効率は体重の増加に伴い直線的に低下し、体重と飼料効率の関係には相関関係が認められた（図4、ピアソンの相関係数の検定、 $p=0.003$ ）。

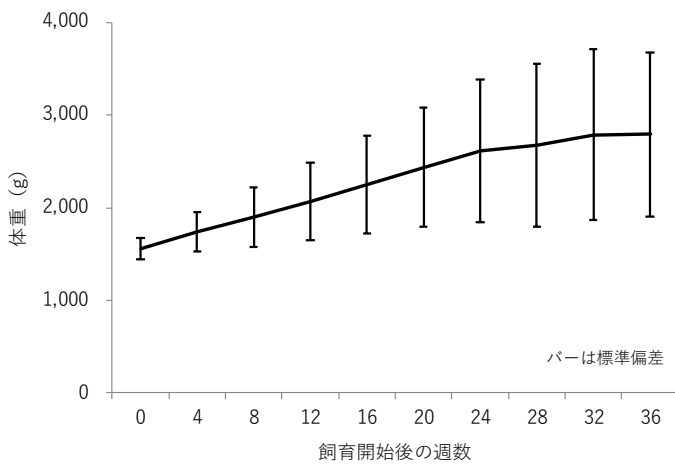


図1 平均体重の推移

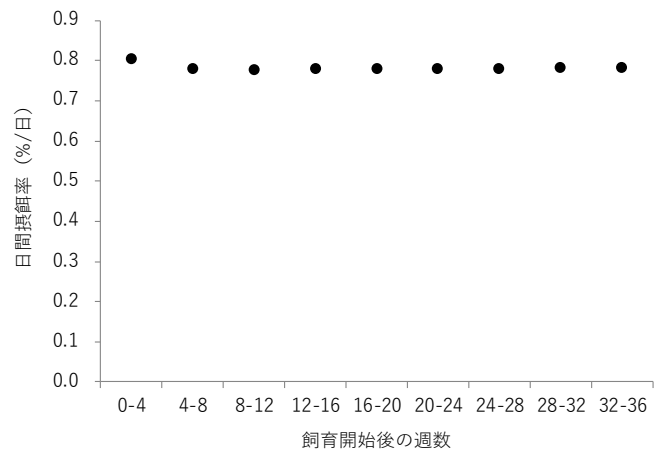


図2 期間ごとの日間摂餌率（給餌日のみで算出）

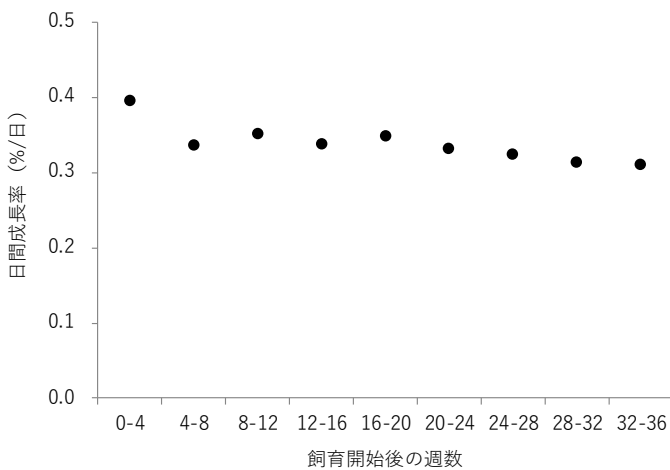


図3 期間ごとの日間成長率

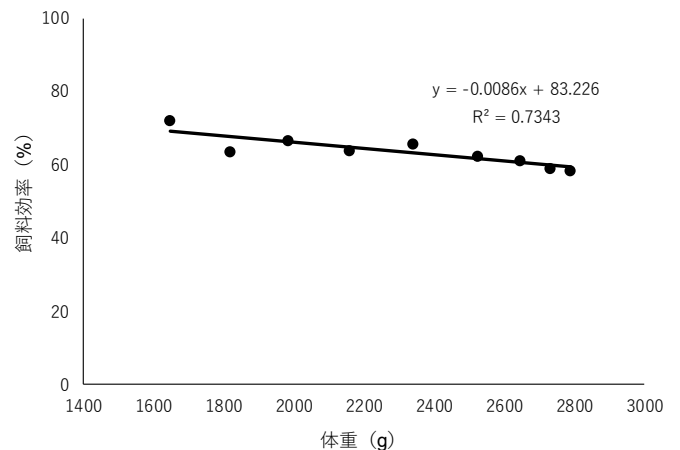


図4 体重と飼料効率の関係

図5に筋肉背側後方部におけるカラーチャート（DSM Salmo Fan™）の色番号の推移を示した。アスタキサンチン製剤添加飼料を給餌している期間においては色番号は上昇し続け、最終となる24週目には31番に達した。また、アスタキサンチン製剤を添加しない飼料に切り替えた後の24週目以降は緩やかに低下し、36週目の色番号は29番であった。

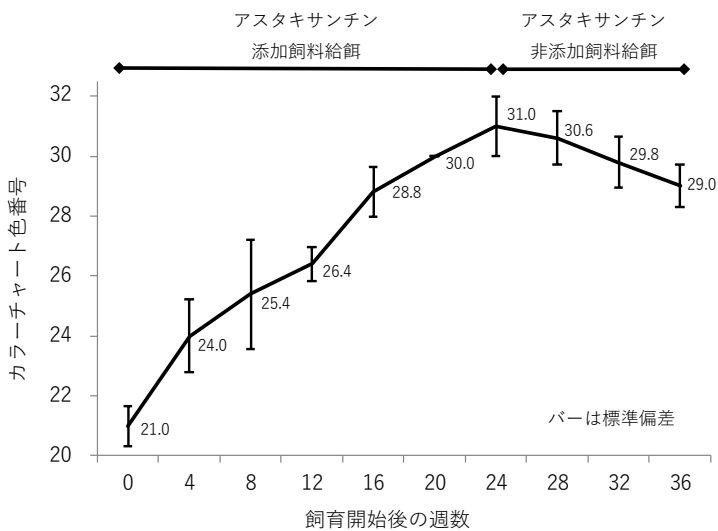


図5 カラーチャート（DSM Salmo Fan™）色番号の推移

考 察

日本においては100種類近いブランド鮭鱒類が存在するが⁹⁾、一般的にこれらは1kg以上のサイズで出荷され刺身などの生食向けや切り身の状態で販売されることが多い。このため、筋肉の色合いがユーザーの目に入ることを前提としたブランディングが必要となる。食材や料理における視覚的要素は、おいしさ、嗜好性、食欲に影響を与えると考えられているが^{6,8)}、鮭鱒類においても身色は品質を評価する上で重要な項目となっており、シロザケでは赤みの強い個体の方が高値で取引されている⁹⁾。実際に、北欧やチリなどからの輸入鮭鱒類だけでなく、国産ブランド鮭鱒類の多くがアスタキサンチン等のカロテノイド系色素を含有した飼料の給餌による筋肉の色揚げが行われている。山梨県が開発した富士の介についても同様である。

富士の介の出荷は2019年から始まっているが⁴⁾、現時点では色揚げ方法に関する決まったマニュアルがないため、生産者は甲斐サーモンや甲斐サーモンレッド¹⁰⁻¹¹⁾などの大型ニジマスでの経験に基づき対応しているが、その中で、富士の介はニジマスと比べて色揚げに要する期間が長いという声も挙がっている。同じ給餌率及び期間で色揚げ飼料を給餌した場合には、ニジマスよりも富士の介の方が色揚げが良いことが示唆されているため¹²⁾、富士の介の方がニジマスよりも色揚げに時間を要すると言われる理由は摂餌量が少ない¹³⁾ことが要因と考えられる。いずれにせよ定められた色基準を確実に満たすためには富士の介において色揚げに必要な期間を明らかにしておく必要がある。

本研究では、約45ppmとなるようにアスタキサンチン製剤を添加した飼料を用いて富士の介の色揚げに要する期間を検討した。今回日間給餌率は体重の約0.8%であったが（図2）、この給餌率において週5日間給餌した場合、身色が例えばカラーチャートの色番号27番に達するために必要な期間は12-16週間（84-112日）、30番に達するまでには20-24週間（140-168日）と推定された（図5）。本研究における約0.8%という給餌率については、給餌作業終了時に供試魚が満腹に近づく兆候を示していたことやこれまでの研究¹³⁾から、飽食量に近い給餌量であったと考えられる。このため、給餌量の増加によりアスタキサンチンの投与量が高める形での色揚げ期間の短

縮は現実的には難しいであろう。

なお、信州サーモン（ニジマス四倍体雌とブラントラウト性転換雄を交配した全雌異質三倍体魚）において市販の色揚げ飼料を用いて行われた研究では^{14,17)}、それぞれ銘柄が異なる飼料を用いた4回の試験において、日間給餌率1.0%で給餌した試験では、同カラーチャートの色番号が30番に達するまでに必要な日数は、98.4, 137, 175日、また、日間給餌率0.8-1.0%で給餌した試験では、119.4日と推定されている。これらの研究において給餌率が同様であるにもかかわらず色揚げに要する日数が異なっていることは、飼料の銘柄によって飼料中のカロテノイド系色素濃度が異なるとともに、その濃度が必要日数に影響を与えていることを示唆している。また、Storebakkenら¹⁸⁾は0, 30, 60, 90ppmのアスタキサンチン濃度の飼料を大西洋サケに給餌した結果、濃度が高いほど効率的に色が揚がることを示している。前述のとおり富士の介はニジマスよりも摂餌量が少なく¹³⁾、給餌量を増やすことによる色揚げ期間の短縮が難しいことから、色揚げ期間を短縮するためには飼料安全法で示された範囲内でより色素濃度を高めた飼料を用いることも検討すべきである。

色落ちの期間を検討した試験では、色揚げ飼料の給餌を中止した後に緩やかに肉色が退色したものの、12週間（84日）経過後も一定の水準が維持されていたことから、十分に色が揚がった個体であれば短期間の畜養などは身色の観点からの品質にあまり影響を与えないと考えられた。

本研究において体重の増加に伴う飼料効率の低下が確認されたが（図4）、このことはこれまでの研究と同様の結果である^{13,19)}。飼料効率の低下は、増重量当たりの飼料代の上昇を意味する。大型化に伴い生産コストが増加することを生産者だけでなくユーザー側も認識し、適切な売価への反映が行われることが望ましいと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるに際し、株式会社 DSM よりアスタキサンチン製剤をご提供いただきましたことにお礼申し上げます。また、実験魚の飼育にご協力くださった山梨県水産技術センター忍野支所の会計年度任用職員の皆様にお礼申し上げます。

要 約

1. 富士の介の色揚げに必要な期間について、出荷を想定したサイズである1.5kg以上の魚を用いて検討した。
2. 43.7ppmのアスタキサンチン濃度の飼料を使用し、飽食量に近いと考えられる体重の約0.8%の給餌を週5日間行った場合、カラーチャートの色番号27番に達するために必要な期間は12-16週間（84-112日）、30番色に達するまでには20-24週間（140-168日）と推定された。
3. アスタキサンチンを添加した飼料から非添加の飼料に切り替えた後は、緩やかに肉色が退色したものの、12週間（84日）経過後も一定の水準が維持されていた。
4. 体重の増加に伴う飼料効率の低下が確認されたため、サイズを大型化して販売する場合は飼料効率低下によるコスト上昇分について適切に売価に反映させることが望ましい。

文 献

- 1) 小堀彰彦（2016）：内水面のスペシャル・トラウト市場と愛知県における「絹姫サーモン」の開発. 養殖ビジネス, 53 (5), 7-10.
- 2) 三浦正之（2017）：新魚種開発 山梨県開発の新養殖魚について：ニジマス×マスノスケの全雌三倍体魚. アクアネット, 20 (5), 56-60.
- 3) 平塚匡・小澤諒（2020）：キングサーモンの優れた性質を受け継ぐ日本で唯一の養殖魚「富士の介」. JATAFF ジャーナル. 公益社団法人 農林水産・食品産業技術振興協会, 8 (1), 40-41.

- 4) 近藤隆 (2021) : 山梨のブランド魚「富士の介」の開発と生産および販売拡大への取り組み. フードケミカル, 440, 62-65.
- 5) 今井智 (2020) : 国内のブランドサケマス養殖地図. アクアネット, 23 (2), 20.
- 6) 豊満美峰子・松本仲子 (2005) : 食物・食器・食卓の配色が嗜好に及ぼす影響. 日本調理師学会誌, 38, 181-185.
- 7) 豊満美峰子 (2006) : 視覚と心理 (情報) の要因がおいしさの印象に及ぼす影響. 博士論文. 女子栄養大学, 埼玉.
- 8) 小林茂雄・近藤菜々美・大嶋絵里奈 (2019) : 視覚を制限した暗闇での飲料味覚の現れ方. New Food Indust., 61, 419-429.
- 9) 秋野雅樹・武田忠明・今村琢磨 (2007) : シロザケ肉食の品質に関する研究. 北水試研報, 72, 31-35.
- 10) 平塚匡 (2016) : 山梨県のブランドニジマス「甲斐サーモン」. 養殖ビジネス, 53 (5), 24-25.
- 11) 平塚匡・名倉盾 (2017) : 「甲斐サーモン」に続くブランド 山梨県の「甲斐サーモンレッド」. 養殖ビジネス, 54 (5), 22-24.
- 12) 平塚匡・三浦正之 (2019) : 山梨県の新たな地域特産魚「富士の介」の肉質評価. 山梨県水産技術センター事業報告書, 46, 10-19.
- 13) 三浦正之・平塚匡・青柳敏裕・小澤涼 (2023) : 富士の介, ニジマス, マスノスケの飽食給餌条件下での成長特性. 山梨県水産技術センター事業報告書, 49, 1-7.
- 14) 降幡充・横山隆雄・山崎正幸 (2013) : 信州サーモンにおける市販色揚げ飼料の投与期間の検討ーII. H23 長野水試事報, 42.
- 15) 熊川真二・山崎正幸 (2014) : 信州サーモンにおける市販色揚げ飼料の投与期間の検討ーIII. H24 長野水試事報, 47.
- 16) 小川滋・新海孝昌・山崎正幸 (2015) : 信州サーモンにおける市販色揚げ飼料の投与期間の検討ーIV. H25 長野水試事報, 28.
- 17) 小川滋・新海孝昌・山崎正幸 (2016) : 信州サーモンにおける市販色揚げ飼料の投与期間の検討ーV. H26 長野水試事報, 23.
- 18) Storebakken, T., P. Foss, K. Schiedt, E. Austreng, S.L. Jensen, U. Manz (1987): Carotenoids in diets for salmonids: IV. Pigmentation of Atlantic salmon with astaxanthin, astaxanthin dipalmitate and canthaxanthin. Aquaculture, 65, 279-292.
- 19) 三浦正之・岡崎巧・大浜秀規 (2017) : サケ科魚類の新しい養殖対象種についてーIV～全雌異質三倍体ニジノスケの成長及び成熟状況～.山梨県水産技術センター事業報告書, 44, 1-12.