

「青い森紅サーモン」生産力強化事業

鈴木 亮・鳴海 一侑・松田 忍・沢目 司

目 的

「青い森紅サーモン」の生産量の増大に向けて、養魚場の確保や養魚場での増産技術を確立し、養殖業者の生産力の強化に取り組む。

材料と方法

1. 供試魚

各試験の試験魚は、母系に青森系ニジマス、父系に海水耐性系ドナルドソンニジマスを掛け合わせた全雌三倍体ニジマス（以下、青い森紅サーモンと称す。生産マニュアルでは、5つの品質基準¹⁾を全て満たしたものを「青い森紅サーモン」としているが、本報告では同じ生産方法で作出した魚を示す名称として、これを使用する。）を用いた。

2. 新規養魚場での養殖検討

新規養魚場候補として、現在休止している養魚場「フィッシングパークのへじ」において、養殖試験を実施した。

(1) 成長確認

2022年10月14日に平均体重220gまで内水面研究所で飼育した青い森紅サーモンの幼魚150尾を、フィッシングパークのへじの屋外10t池（長さ11m×幅1.5m×水深0.6m）へ収容し、飼育試験を行った。飼育用水は河川水のかげ流し、給餌量については餌料効率を100%であると仮定して、魚体重あたり0.2-0.9%の給餌率で給餌した。また、生産マニュアルに従い2024年9月-11月末までの3か月間は青い森紅サーモン専用餌を給餌した¹⁾。定期的に尾叉長、被鱗体長、体重を測定した。

(2) 評価

2024年12月6日の最終測定後、基準体重2kgを超えた個体3尾をサンプリングし、活締め脱血処理後に0.9%食塩水へ40分間浸漬し脱血を行った。その後、直接魚体に水や氷が触れないよう2重にした10Lビニール袋に入れ、0°C保管のため氷を入れたクーラーボックスへ収容し、冷蔵庫で保管した。翌日12月7日に食品総合研究所へ搬入し、ドレス処理（頭部、鰓、内臓除去）後にフィレ加工を行った。

その後、右身の頭部上端肩口胴肉部（図1）から皮、骨を除去したものをを用いて、一般成分（水分、灰分、粗脂肪、粗タンパク）の分析を行い、内水面研究所及び淡水養殖業者が生産した青い森紅サーモン、県産海面養殖サーモンの結果と比較した。活締め脱血処理を行った24時間後の破断強度については、左身の頭部上端肩口胴肉部（図1）を用いて測定した。測定方法は頭部上端肩口胴肉部の後端側から幅10mmに切り出し、FUDOH レオメーターRTC（㈱レオテック社製）を使用して、体軸方向に直径5mmの円柱プランジャーをテーブルスピード6cm/minで突き刺し、筋組織を破断するのに要する荷重を1尾につき4点測定した。肉色については、サーモン類の肉色を比較するために用いられるDSM社のSalmoFanTM（図2）による判別を行い比較した。判別については、目視によりもっとも近い色の番号を記録した。内水面研究所及び食品総合研究所の職員22名を対象に簡易な食味試験を行った。



図1. 一般成分分析及び破断強度測定に用いた部位



図2. サーモン肉色判別用カラーチャート
DSM社のSalmo FanTM

3. 多量給餌による成長促進効果の検証

海面養殖用種苗生産の効率化に向けて淡水育成期間を短縮することを目的に内水面研究所で開発した生産技術である150%給餌²⁾を基に、給餌率表の130%を与える多量給餌区を設け、ライトリッツ給餌率表の標準量(100%)を与える標準給餌区と比較した。給餌量は給餌効率を100%と仮定して、増体重を推定し毎日増量するとともに、月1回程度体重を測定し調整した。また、多量給餌区においては摂餌行動がみられない場合は給餌せず残餌量を記録した。飼育期間は2023年9月15日から2025年3月31日で、その期間中は自記式水温計(Onset社 ティドビットV2)を用いて飼育水温を記録した。

4. 酸素溶解機を用いた飼育試験

注水量4t/hで換水率は0.5回転/h(基準1回転/h¹⁾)に設定した内水面研究所の屋外10t池(水量8t)へ、飼育密度が2.7%(基準密度3%¹⁾)になるように、平均体重1.5kgの青い森紅サーモン140尾を収容した。そこへ出力0.4kwの水中ポンプ(川本製作所社製:WUP4-505-0.4S)を用いた酸素溶解機(図3)を設置し、2023年9月7日-2024年11月15日まで高密度飼育を行い、全尾数の魚体重を測定し、高密度の外観的な影響が無いか確認するため、尾鰭の欠損について写真を撮影し、評価した。なお、例年11月は青い森紅サーモンの公式販売開始月にあたる。尾鰭の欠損判定については欠損無(欠損10%未満を含む)、尾鰭上部欠損、尾鰭下部欠損、尾鰭上下欠損、尾鰭欠損(尾鰭の70%以上を欠損)で集計した(図4)。溶存酸素量のモニタリングについては、排水部の溶存酸素量を、飼育環境モニタリングシステム³⁾を用いて観測した。



図3. 水中ポンプを用いた酸素溶解機

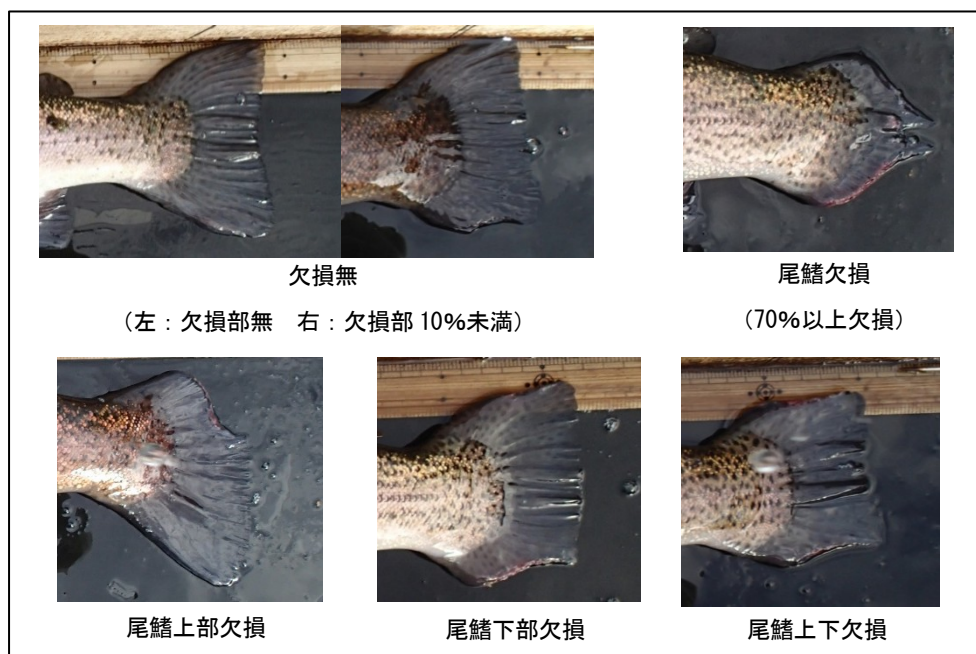


図4. 尾鰭の欠損状態

結果と考察

1. 新規養魚場での養殖検討

(1) 成長確認

図6にフィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均尾又長の推移、図7に平均被鱗体長の推移、図8に平

均体重の推移、図9に体重のヒストグラムを示した。

試験終了の2024年12月6日時点で、平均尾叉長542mm (Max:626、Min:472)、平均被鱗体長500mm (Max:572、Min:426)、平均体重2,631g (Max:3,658、Min:1,545)であった(図8)。最終生産尾数は108尾(内、2尾は成熟した二倍体魚)で生残率は72%であった。また、品質基準体重2kgを超えていた個体は93尾で生残した個体の86.2%であった(図9)。基準を下回った個体は13尾と12.0%出現したが、体重の範囲は1.5-1.9kgであり、通常青い森紅サーモンの出荷は11月から翌3月頃まで続くことから出荷期間中に品質基準体重2kgに達し、出荷できる可能性は高く、野辺地で生産された青い森紅サーモンの出荷体重については、品質基準を満たしていたと判断された(図5)。



図5. 品質基準体重2kgを満たした野辺地産の青い森紅サーモンと生産者

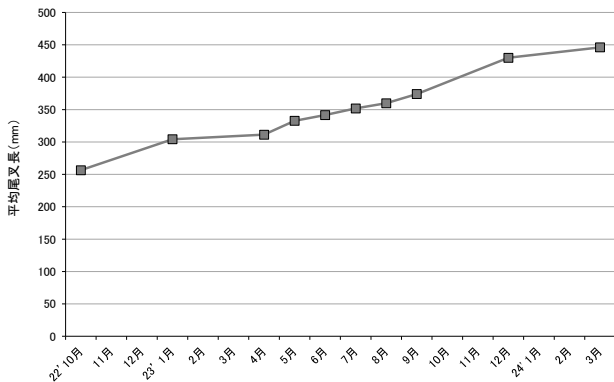


図6. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均尾叉長の推移

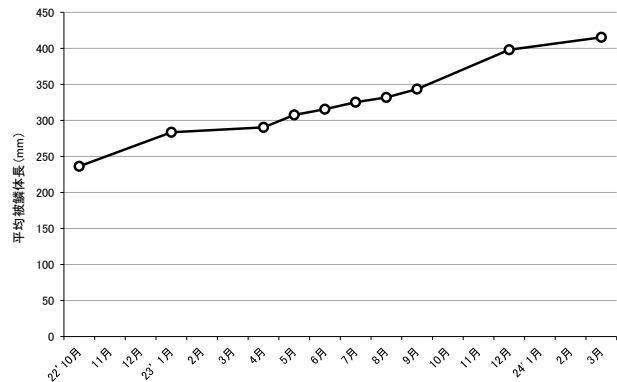


図7. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均被鱗体長の推移

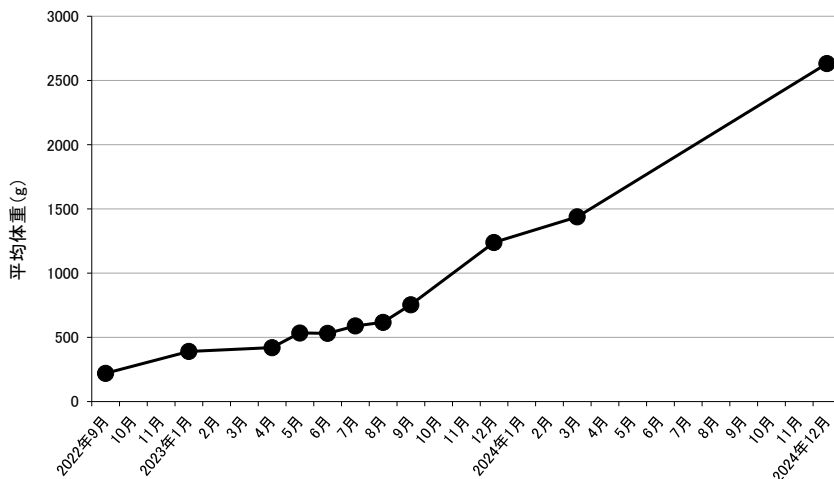


図8. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均体重の推移

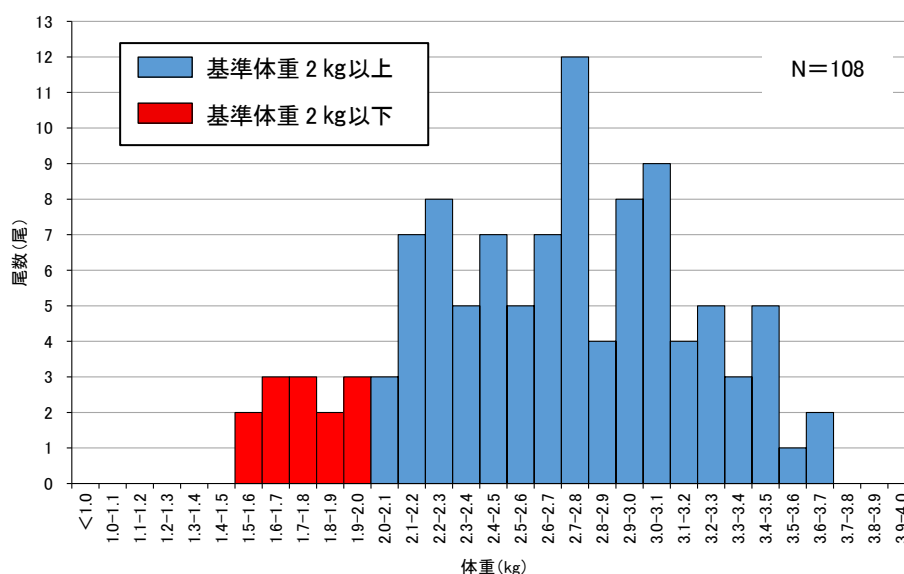


図9. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの体重のヒストグラム

(2) 評価

1) 一般成分

野辺地産青い森紅サーモンの一般成分分析結果を表1に示した。

一般成分及び身色の結果について、野辺地産青い森紅サーモン（以下、野辺地紅サーモン）は水分62.7%、灰分1.1%、粗脂肪17.9%、粗蛋白18.9%であった。また、これまで分析した内水面研究所で生産した青い森紅サーモン⁴⁾（以下、内水研紅サーモン）、市販品の青い森紅サーモン（以下、市販紅サーモン）、青森県産海面養殖サーモン⁴⁾（以下、海面サーモン）と比較したところ、水分について野辺地紅サーモンは海面サーモンに次いで低く、灰分は一番低く、粗蛋白は海面サーモンに次いで低かった。粗脂肪については海面サーモンと比べ低かったが、各紅サーモンの中では最も高かった。野辺地紅サーモンの粗脂肪が内水研紅サーモンと比べ2倍程高かったことについては、平均体重も差が無く、青い森紅サーモン専用餌の給餌期間も同じであるため不明である。市販の紅サーモンとの差については、粗脂肪は体重の増加で高くなると報告されていることから³⁾、平均体重の差によるものと考えられた。

野辺地紅サーモンの粗脂肪については、品質基準の4-12%程度¹⁾を5.9ポイント超えていたことから、粗脂肪を低く抑える工夫として給餌方法などの改善を行う必要があると考えられた。

表1. 野辺地産青い森紅サーモンの一般成分分析結果

| | | 体重 (g) | 水分 (%) | 灰分 (%) | 粗脂肪 (%) | 粗蛋白 (%) | 分析年 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------|
| 個別値 | 野辺地産 | 2,830 | 63.9 | 1.1 | 16.9 | 18.8 | 2024 |
| | 青い森紅サーモン | 3,125 | 63.0 | 1.1 | 17.7 | 19.0 | 2024 |
| 平均値 | 野辺地産 | 3,480 | 61.2 | 1.1 | 19.1 | 19.0 | 2024 |
| | 野辺地産 | 3,145 | 62.7 | 1.1 | 17.9 | 18.9 | 2024 |
| | 内水研産 | 2,978 | 68.1 | 1.9 | 9.5 | 20.5 | 2020 |
| | 青森県産（市販品） | 2,173 | 71.1 | 1.3 | 7.1 | 20.5 | 2022 |
| | 青森県産 | - | 59.5 | 1.6 | 22.9 | 16.0 | 2020 |

2) 破断強度

表 2 に野辺地産青い森紅サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の荷重値、図 10 に野辺地産青い森紅サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の平均荷重を示した。

No. 1 の個体の平均荷重は 280.3g、No. 2 の個体で 373.5g、No. 3 の個体で 345.3g であった。体重と破断強度との関係は弱く、荷重値の違いは個体差によるものと考えられた。青い森紅サーモンを対象とした破断強度を測定した結果がなかったため、青森県産の海面養殖サーモンを対象とした結果と比較した。海面養殖サーモンの平均荷重は 186.1g と、野辺地産紅サーモンの値と比べ低い値であった。このことから、野辺地産紅サーモンの食感(噛み応え)は、海面養殖サーモンと比べ、硬いものと思われた。

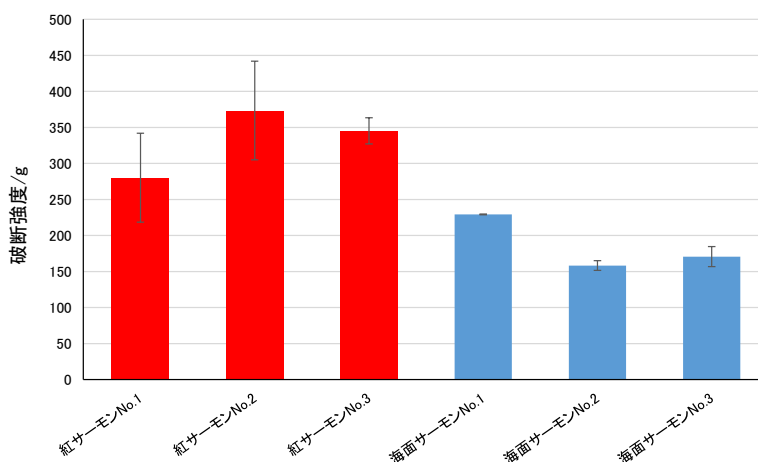


図 10. 野辺地産青い森紅サーモン及び青森県産海面養殖サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の平均荷重

表 2. 野辺地産青い森紅サーモン及び青森県産海面養殖サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の荷重値

単位：g

| サンプル名 | No. | 体重 (g) | 荷 重 | | | | 平均荷重 | 総平均荷重 | 標準偏差 |
|------------------|------|--------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| | | | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 4 回目 | | | |
| 野辺地産 青い森紅サーモン | No.1 | 2,830 | 315 | 246 | 200 | 360 | 280.3 | 333.0 | 39.1 |
| | No.2 | 3,125 | 423 | 355 | 270 | 446 | 373.5 | | |
| | No.3 | 3,480 | 320 | 354 | 362 | - | 345.3 | | |
| 海面養殖サーモン | No.1 | 3,765 | 230 | 229 | 229 | - | 229.3 | 186.1 | 31.0 |
| | No.2 | 2,990 | 164 | 149 | 162 | - | 158.3 | | |
| | No.3 | 3,040 | 180 | 151 | 181 | - | 170.7 | | |

3) 肉色

図 11 にサーモン肉色判別用カラーチャート (SalmoFan™) による肉色の比較について示した。

野辺地産紅サーモンの SalmoFan™ 番号は平均で No. 29.3 と、品質基準の No. 28 以上を満たしており、内水研及び市販紅サーモンと比べても大きな差はなかった。

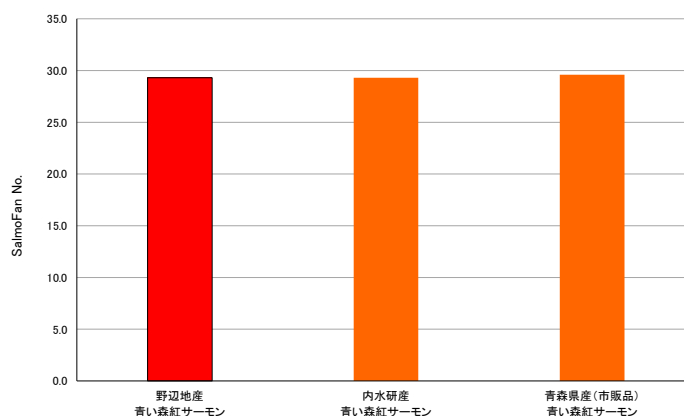


図 11. サーモン肉色判別用カラーチャート (SalmoFan™) による肉色の比較

4) 食味試験

表3に野辺地産青い森紅サーモンの食味試験後のコメントを示した。

脂が少し少ない、配合飼料やヒバ・杉の匂いが少しあるなどといった否定的なコメントが若干あったが、美味しい、歯ごたえ及び食感が良いなどの肯定的なコメントが多かった。食味試験からも野辺地で生産された青い森紅サーモンの評価は高いと思われた。

表3. 野辺地産青い森紅サーモンの食味試験後のコメント

| 試験者番号 | 1日目（ハラス部分） | 2日目（背肉部分） |
|-------|---|-----------------------------|
| 1 | 臭みは無く美味しい。以前に食べた紅サーモンより脂が少なく感じる | 昨日より柔らかくなって美味しい |
| 2 | 脂感は少ないが食感が良く美味しい | 昨日と食感が違うが今日の方が好み |
| 3 | しっかりとした歯ごたえが良い | 今日も美味しいが昨日の硬い食感の方が好き |
| 4 | 臭みは感じない。美味しい | 若干杉の香りがする |
| 5 | 市販の紅サーモンと変わらず美味しい | 昨日より味わいがあって美味しい |
| 6 | ゴリゴリ歯ごたえがあって市販の紅サーモンより脂少な目だけど、野辺地産の方が好み | 美味しいが昨日のゴリゴリと食感の方が好き |
| 7 | 噛み応えがあり、脂のり少なめだが、サッパリとした感じで美味しい | 食感が柔らかくなったが美味しい。好みの問題だと思う |
| 8 | ヒバ花粉の風味がした。少し苦手 | 昨日よりヒバ花粉の香りが弱くなった。個体差かもしれない |
| 9 | 歯応えがあって美味しい | 美味しいが昨日の歯応えが好み |

| | 1日目 | 2日目（背肉・ハラス部分） |
|----|------|------------------------------------|
| 10 | 実施せず | 臭みは感じない。美味しい |
| 11 | | 脂は若干少なく感じるが美味しい |
| 12 | | 美味しい |
| 13 | | 脂は少ないが美味しい |
| 14 | | 若干、配合飼料臭を感じるが美味しい |
| 15 | | 程よい脂で美味しい |
| 16 | | 臭みは感じない。美味しい |
| 17 | | 問題なく紅サーモンとして出荷できる |
| 18 | | 配合飼料臭？少し臭みを感じるが美味しい。でも、海面サーモンの方が好み |
| 19 | | 美味しい |
| 20 | | 臭みを感じるが、美味しいと思う |
| 21 | | 美味しい |
| 22 | | 美味しい |

2. 多量給餌による成長促進効果の検証

図12に多量給餌による青い森紅サーモンの平均体重の推移、表4に多量給餌による青い森紅サーモンの給餌率について、図13に試験期間中の飼育水温の推移を示した。

2025年3月31日現在の平均体重は多量給餌区では1,078g (Max:1,525、Min:677)、標準給餌区では677g (Min:557g、Max:825g)であった。内水面研究所におけるこれまでの餌料効率などから、内水面研究所の環境下では多量給餌区は1年11か月で品質基準体重2kgに達し、標準給餌区は2年3か月を要すると推定され、多量給餌区の方が4か月早く出荷サイズになることが分かった。しかし、これはあくまでも推定体重であることから、今後も飼育を継続しデータを収集することとする。多量給餌を行った結果、実際の摂餌量は体重23gまではライトリッツ給餌率の80%と低く、23-62gで110%と高くなり、62g以上で設定した130%となったことから、青い森紅サーモンは体重62gから多量給餌による成長促進が望めるものと考えられた。試験期間中の飼育水温は8.7-16.1℃で推移した。

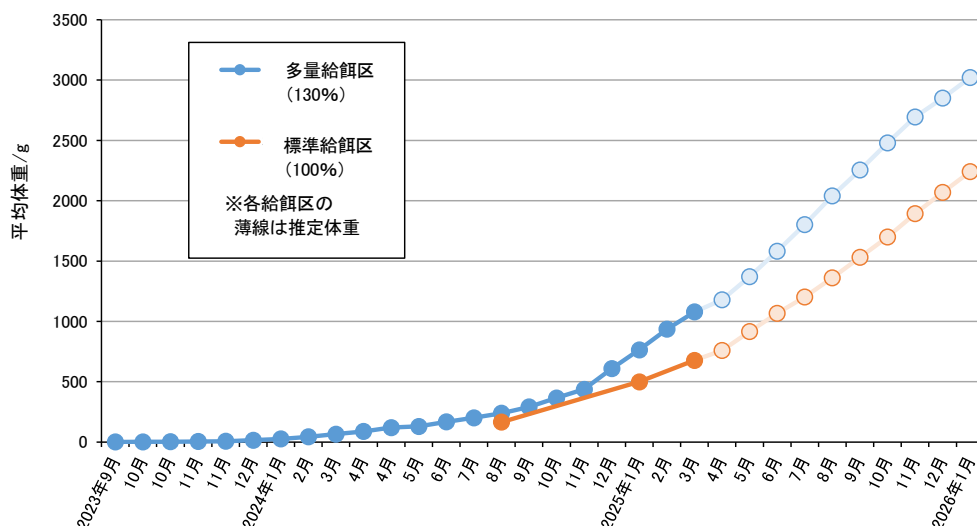


図 12. 多量給餌による青い森紅サーモンの平均体重の推移

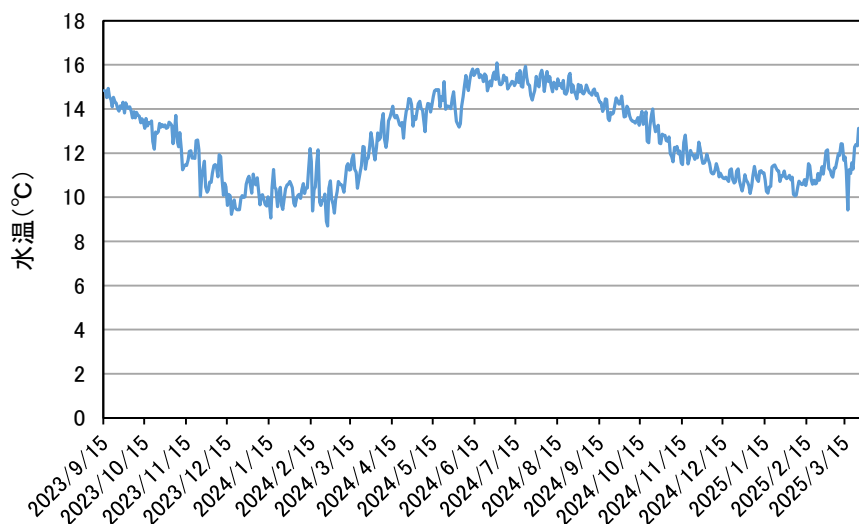


図 13. 試験期間中の飼育水温の推移

表 4. 多量給餌による青い森紅サーモンの給餌率

単位: %

| 体重(g) | 給餌率 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0.18> | 0.18-1.5 | 1.5-5.1 | 5.1-12 | 12-23 | 23-39 | 39-62 | 62-92 | 92-130 | 130-180 | 180-445 | 445-945 |
| ライトリッツ給餌率 (標準給餌) | 5.7 | 4.8 | 3.9 | 3.0 | 2.3 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | - |
| 多量給餌率[計画] (130%給餌) | 7.4 | 6.2 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.3 | 2.1 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | - |
| 多量給餌率[実際] (130%給餌) | - | 3.7 | 3.0 | 2.6 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 1.2 |
| ライトリッツ給餌率との差 (実際の給餌率÷ライトリッツ給餌率) | - | 77% | 77% | 87% | 78% | 106% | 113% | 129% | 142% | 127% | 130% | - |

※ 水温12°C(湧水)一定とした給餌率。

3. 酸素溶解機を用いた飼育試験

(1) 飼育試験

図 14 に酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモンの体重のヒストグラムを示した。

酸素溶解機(水中ポンプ)を用いて高密度飼育した結果、試験終了時の平均体重は2,392g (Max:3,927、Min:512) と品質

基準体重 2kg を超えていた (図 15)。また、生残尾数は 133 尾で生残率 95% であった。例年の青い森紅サーモンの公式販売開始月である 11 月 (3 歳 4 か月) までに品質基準体重を超えた個体は 99 尾、販売シーズン最終月の 3 月 (3 歳 8 か月) までに品質基準体重を超える個体は 24 尾であった。このことから高密度飼育においても 92.4% の個体が出荷可能サイズまで飼育できることが分かった。最終的な密度は 4.1% で、マニュアル基準¹⁾より 36% 増で飼育可能であることを確認した。

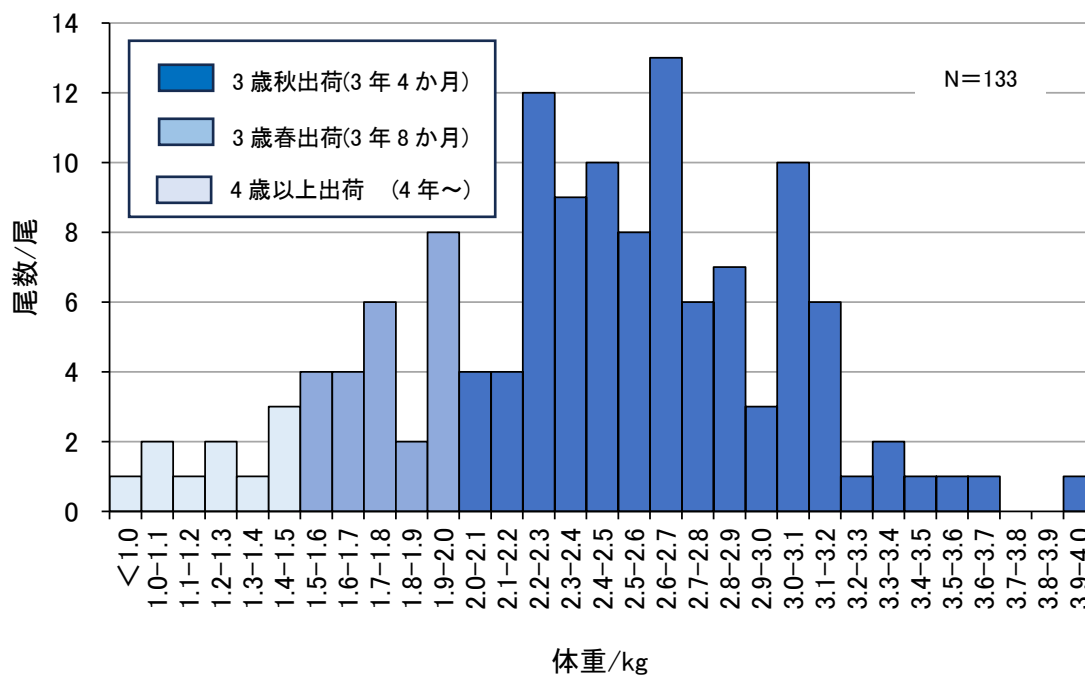


図 14. 酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモンの体重のヒストグラム

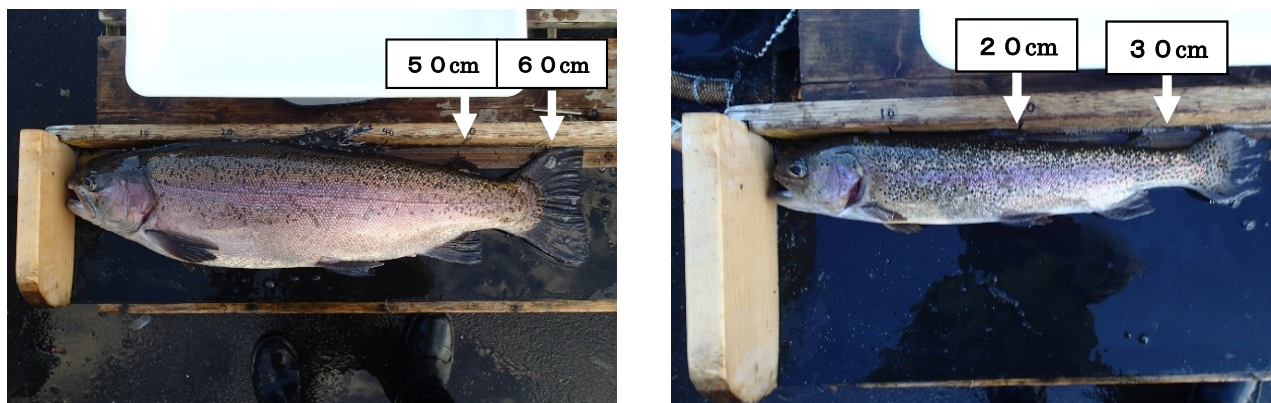


図 15. 酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモン (左: 最大魚 BW3,927g 右: 最小魚 BW512g)

(2) 高密度飼育による尾鰭欠損の確認

表 5 に酸素溶解機を用いた高密度飼育による尾鰭欠損の有無について示した。

マニュアル基準を超えた飼育密度で飼育した場合の尾鰭欠損の結果については、欠損無の個体が最も多く 44 尾 (34%)、尾鰭上部欠損は最も少なく 7 尾 (5%)、尾鰭下部欠損は 25 尾 (19%)、尾鰭上下欠損は 31 尾 (24%) であった。出荷するには不適と思われる尾鰭の 70% 以上を欠損した個体については、24 尾と全体の 18% であった。なお、2 尾については撮影及び記録もれにより評価できなかったことから、結果から除外した。

体重別では 2.5kg 以下の軽い個体では欠損無の割合は低く、尾鰭欠損の割合が高かった。特に体重 1.5-2.0kg の範囲においては 50% が尾鰭欠損であった。出荷可能な 3 歳 4 か月の個体では一部 2.0-2.5kg の範囲で尾鰭欠損が 20% と高いが、

2.5kg 以上では 4-5% と低いことから、全体的には外観が大きく損なわれることがなく、酸素溶解機による高密度飼育を行っても十分に出荷可能な青い森紅サーモンを生産できるものと考えられた。

表 5. 酸素溶解機を用いた高密度飼育による尾鰭欠損の有無

| | 単位:尾 | | | | |
|---------------------|---------------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| | 欠損無 (欠損10%未満も含む) | 尾鰭 上部欠損 | 尾鰭 下部欠損 | 尾鰭 上下欠損 | 尾鰭欠損 (70%以上欠損) |
| 体重1.5kg未満 (割合) | 3 (25%) | 1 (8%) | 2 (17%) | 4 (33%) | 2 (17%) |
| 体重1.5-2.0kg (割合) | 4 (17%) | 0 (0%) | 1 (4%) | 7 (29%) | 12 (50%) |
| 体重2.0-2.5kg (割合) | 10 (29%) | 1 (3%) | 5 (14%) | 12 (34%) | 7 (20%) |
| 体重2.5-3.0kg (割合) | 16 (43%) | 3 (8%) | 11 (30%) | 5 (14%) | 2 (5%) |
| 体重3.0kg以上 (割合) | 11 (48%) | 2 (9%) | 6 (26%) | 3 (13%) | 1 (4%) |
| 合 計 (割合) | 44 (34%) | 7 (5%) | 25 (19%) | 31 (24%) | 24 (18%) |

(3) 飼育環境モニタリング

図 16 に試験期間中の溶存酸素量の推移を示した。

飼育環境モニタリングシステムによる溶存酸素量をモニタリングした結果、試験期間中の溶存酸素量は最高値で 13 mg/L を超え、最低値で 3 mg/L を下回ったが、概ね 6-9 mg/L で推移していた。青い森紅サーモンの飼育マニュアルでは、排水部の溶存酸素量は 4 mg/L を下回らないようにすることとあるため¹⁾、期間中に 4 mg/L を下回った回数を計測したところ、計 15 回下回っていた。しかし、その原因は主にセンサーの汚れや、巻貝の付着による誤作動によるもので、洗浄及び巻貝の除去後直ちに値は回復した。このことから、酸素溶解機を用いて青い森紅サーモンの高密度飼育を行った場合でも、溶存酸素量は基準値を下回らないことが分かった。

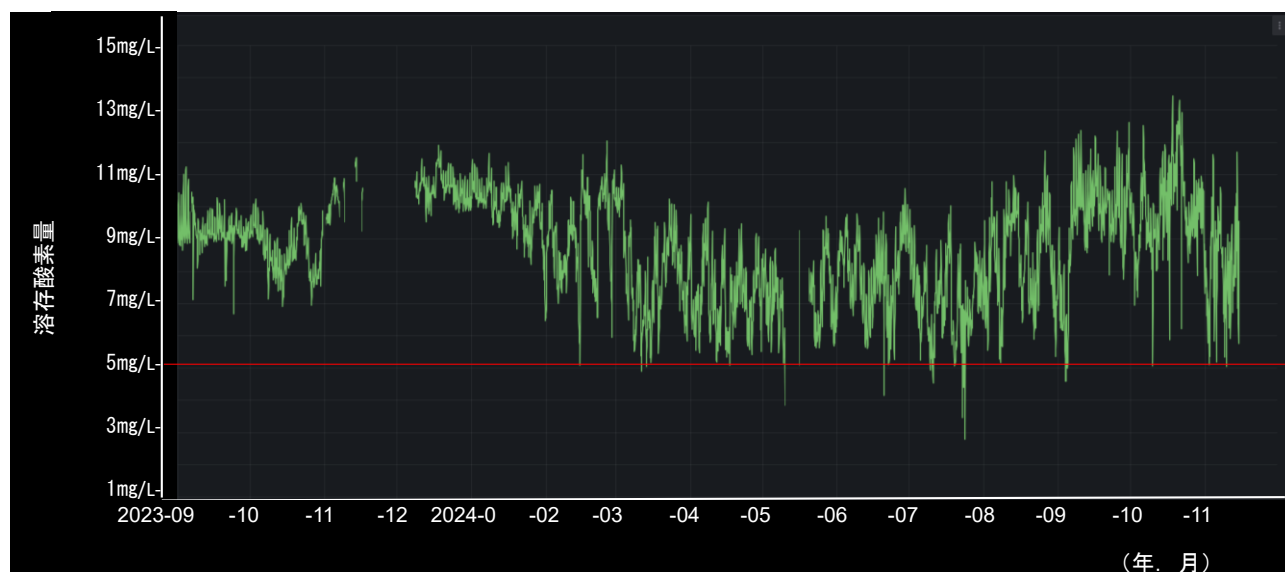


図 16. 試験期間中の溶存酸素量の推移

文 献

- 1) 「青い森紅サーモン」生産マニュアル(2020). 青森県産業技術センター内水面研究所
- 2) 前田穰・成田留衣・沢目司・松田忍(2019)海面サーモンの地域特産品化技術事業. 2019・2020年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 53-54.
- 3) 鳴海一侑・牛崎圭輔・高橋進吾・松田忍・沢目司(2022) 「青い森紅サーモン」生産力強化事業. 2022年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 16-21.
- 4) 成田瑠衣(2019)売れる「新サーモン」利用促進事業. 2019・2020年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 35-49.