

分野：水産業

青森県産サーモンの高密度ふ化管理・中間育成の養殖体系

試験研究計画名：北日本食の成長戦略による青森県水産物の高機能ブランド化と輸出促進に資する実証研究開発

地域戦略名：青森県の水産関連産業の成長化促進のための低未利用資源の有効活用や新たな生産体制整備と輸出促進

研究代表機関名：（国）弘前大学地域戦略研究所

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

世界市場においてヨーロッパ、アメリカならびにアジア等の生食用サーモンの需要は、オカムラ食品工業自社調査によると年間約6万トンという伸びで推移しています。しかしながら、これに対する供給の増加は年間1万トンにも満たないことから、新たな生食用サーモンの供給基地の設置が急務となっています（図1）。特にアジアにおける生食用サーモンの需要に応えられる地域は、アジア圏内において皆無です。

この需要を満たす高品質な生食用サーモンを安定生産・供給するためには、サーモンが好む天然の冷水温地域で「生食用サーモンの卵から成魚まで一貫して生産可能な養殖（一貫生産）システム」を構築する必要があります。冷水温地域に位置する深浦町では、青森県産業技術センター内水面研究所が保有するニジマスの1品種である大型で海水耐性のあるドナルドソンニジマス（以下、「青森県産サーモン」という。）に着目し、オカムラ食品工業が中心となりサーモン養殖事業に挑戦しています。サーモン養殖事業は、世界的に様々な漁獲規制が強まる環境の中で、安全・安心な水産物を持続的かつ安定的に供給するための取組みです。

外国産サーモン（主にアトランティックサーモン及びサーモントラウト）に伍していくため、本試験研究で実施したシンガポールにおけるテストマーケティングの結果、青森県産サーモンの目標とする指標は脂質が20%以上、身の色が赤く濃い、身質が硬い並びに大きさが3.0kg以上/尾であると整理できました。脂質ならびに身の色は、海面養殖用餌料の脂質成分とアスタキサンチン成分の配合量で調節可能です。身質は、青森県産サーモン種苗の特性から対応可能です。大きさについては、外国産サーモンが通年で海面養殖されるのに対し、青森県産サーモンは限られた海面養殖期間（約半年）で目的の大きさに育成する必要があります。そのためには、中間育成段階で種苗を550g/尾以上にまで育てることが課題解決のための目標であると試算されました。また、生産コスト低減の観点からは大規模生産が有効であり、全雌中間育成魚を120トン以上生産する必要があることがわかりました。

青森県産サーモンの一貫生産における養殖技術は、ふ化（陸上養殖）、中間育成魚の育成（陸上養殖）、成魚生産（海面養殖）の3つの工程に分けられます。特に中間育成魚の育成は、最終的な成魚の大きさや生産量に影響する最も重要な工程です。本研究では、上記の解決目標達成に向け本技術体系の構築に取り組みました。



日本における大規模サーモン養殖事業に挑戦

図1 アジアのサーモン生産拠点イメージ

技術体系の紹介：

1. ハッチングジャー方式による発眼卵ーふ化管理

本研究では、ふ化管理施設の省スペース化とふ化管理の省力化を目的として、ハッチングジャー方式による青森県産サーモンの発眼卵のふ化管理を実施し、従来方式（オカムラ食品工業が北欧の養殖施設で行っている方式：デンマーク型アトキンス方式）との比較を行いました。ハッチングジャー方式は発眼卵のふ化管理方法の1つであり、上部から導入された水が中心の筒を通して底面から上部へ向け沸き上がることで、発眼卵を攪拌するものです。比較の結果、表1に示すとおり、ハッチングジャー方式は、省スペース・少水量で管理ができ、死卵除去等のふ化管理時間が短縮され（攪拌により水が常にいきわたるため発眼卵の偏りや水カビが表面に付着するのを防ぐため）、発眼卵のふ化生存率は80%以上でした。

表1 発眼卵に対するふ化管理方式の比較

	従来方式	ハッチングジャー方式
管理スペース (cm ²)	2,400	400
水量 (L/min)	35~40	27~35
ふ化期間に要する管理時間 (時間/月)	80	60
受入可能な発眼卵数(粒)	30,000	30,000
発眼卵のふ化生存率 (%)	80<	80<



写真 ハッチングジャーの様子

2. 大規模中間育成場における酸素溶解装置を活用した高密度育成

本研究では、青森県深浦町大峰川下流に整備された中間育成場の水槽群（水槽1基120m³）に酸素溶解装置を設置して青森県産サーモンの中間育成魚の育成を行い、高密度条件下（50~80kg/m³）において400g以上/尾の中間育成魚を20トン以上生産できることを実証目標値としました。酸素溶解装置は飼育水に効率良く酸素を溶解する装置です。本装置により水中の溶存酸素量（DO）を高めることで、中間育成魚が一般的な飼育密度（15~30kg/m³）を上回る密度で育成可能となります。本研究では、装置の導入によって高密度（50~80kg/m³）条件でもDOが6~8 mg/L（約60~80%）に保たれたことにより、平成29年度には25g/尾前後で飼育開始した中間育成魚5万尾が1年後に概ね400g以上/尾で4万尾となることを確認しました。これは400g以上/尾の中間育成魚を約16トン生産できることを示し、生存率は約80%でした。平成30年度の高密度育成試験では、25g/尾前後の中間育成魚6.4万尾が1年後に概ね590g以上/尾で5.1万尾となりました。これは590g以上/尾の中間育成魚が30トン生産できることを示し、生存率は約80%でした。これらの成果により、中間育成への酸素溶解装置の導入は、これまでと比べ倍以上の高密度飼育を可能にする技術体系として有用であることが確認されました（図2）。



図2. 酸素溶解装置：水上設置タイプ(左)、陸上設置タイプ(右)

技術体系の経済性は：

経営改善効果

ハッチングジャー方式は、人手が不足する場所でも利用が可能です。具体的には水カビ等の掃除と死卵回収にかかる人件費が約 25%削減されます。例えば 10 万粒の発眼卵からスタートする場合、発眼卵受入から給餌開始までの生産コストは、従来方式では 50 万円（発眼卵購入費：1 粒 3 円 X10 万粒＝30 万円、人件費：2,500 円 X80 時間＝20 万円）のところ、ハッチングジャー方式では 45 万円（発眼卵購入費：1 粒 3 円 X10 万粒＝30 万円、人件費：2,500 円 X60 時間＝15 万円）となり、10%程度削減できることが期待できます。

本技術体系の導入により中間育成魚を 30 トン以上生産できた成果を基に、規模を拡大した際の生産コストを試算しました。発眼卵 50 万粒からスタートする場合、中間育成期間の減耗（斃死）率を約 40%として、中間育成魚を 893 円/kg の生産単価で 122.5 トン以上の規模で生産できます。さらに、この中間育成魚を海面養殖用種苗として引き続き海面に移して養殖すると、海面養殖経費を含めた成魚の生産単価は 938 円/kg と試算されました。この単価は、一般的な成魚輸出単価の 1,000 円/kg を下回ることから、50 万粒スタートまで生産規模を拡大すると利益を見込んだ輸出単価の設定が可能となります。

表 2 発眼卵 50 万粒における中間育成魚の生産概算コストと成魚輸出単価

50万粒概算コスト

○中間育成魚生産事業

	経費	同左内訳		占有割合	
中間育成用種苗コスト	11,331,250 円	6,475 円	× 1,750 kg	10.4%	中間育成魚生産量 122.5 トン 中間育成魚生産単価
餌	33,810,000 円	230 円	× 147,000 kg	30.9%	
人件費	20,000,000 円	5 人	× 4,000,000 円	18.3%	
減価償却費	10,000,000 円	1.7 年	× 6,000,000 円	9.2%	
その他	34,140,000 円			31.2%	
合計	109,281,250 円			100%	893 円/kg

成魚輸出単価

938 円/kg

なお、表 2 は中間育成魚の生産 1 サイクル（1.7 年/回）のコストとなります。また、水上設置タイプと陸上設置タイプの両酸素溶解装置を併用導入した際のコストとなります。それぞれの導入経費は水上設置タイプで総額 1,500 万円、陸上設置タイプで総額 1,000 万円です。このほか中間育成施設を新設する場合には、施設費として多額の水槽建設経費が必要になります。

経済的な波及効果

陸上養殖において一般的な密度（15～30kg/m³）で飼育すると、25g/尾前後の魚は 1 年後に概ね 500g 以下/尾まで成長し、その際の生残率は 80%とされています。本研究では、密度 50～80kg/m³ の高密度条件において、25g/尾前後の魚を 1 年後に概ね 590g 以上/尾、30 トン以上育成でき、生存率は低密度飼育と同等の 80%でした。上述の概算コストにしたがって生産された 120 トンの中間育成魚は海水養殖で約 500 トンの成魚の生産が期待できる規模となります。すなわち、本地域戦略の目標とする魚介藻類の生産量においては、新たな養殖産業として生産量を純増させるもので、増加生産量目標の 3,500 トン/年のうち約 1.5 割に相当します。地域戦略の普及による経済的波及効果においては、例えば成魚輸出単価 1,000 円/kg で 500 トンの成魚であれば約 5 億円の生産額となります。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

本プロジェクトで開発した技術は、省スペース、少水量でふ化管理、中間育成が可能な技術であり、大規模な中間育成魚の生産を考えている経営体および地域にお勧めです。また、サーモンの適水温は3～21℃の範囲内であることから、このような適水温範囲内の水源を持つ地域に導入できます。下図は、新設した中間育成施設に飼育水を導入している白神山系の小河川である大峰川と十三湖に注ぐ比較的大規模河川である岩木川の水温を比較したものです。大峰川の水温は周年サーモンの適水温範囲内にあります。

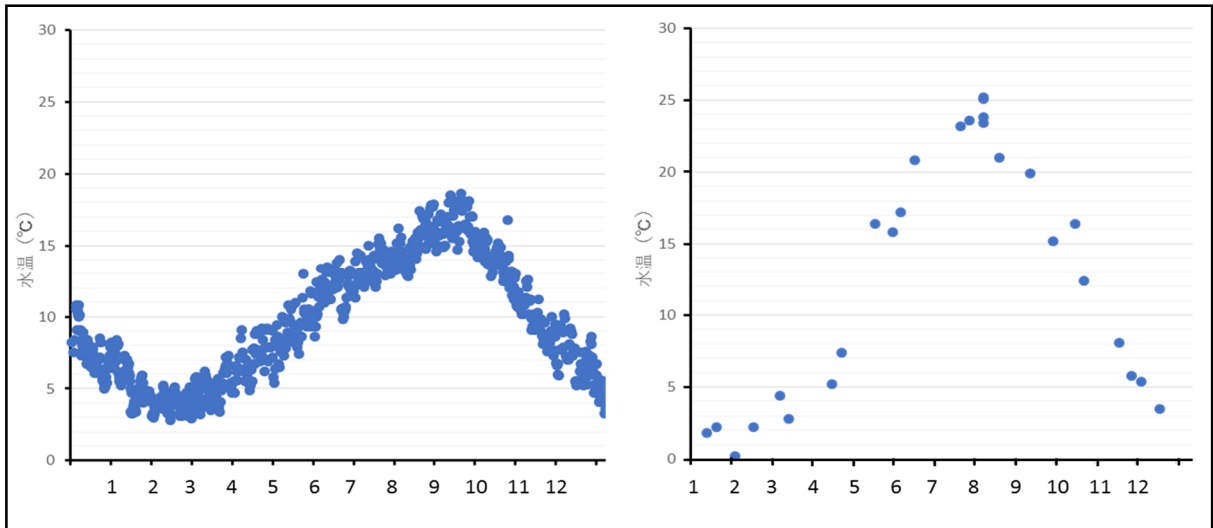


図. 平成 28-29 年の大峰川水温変化 (左) と平成 22 年の岩木川中流域水温変化 (右) との比較

技術導入にあたっての留意点：

本技術体系の導入により、例えば通常密度の 15～30kg/m³ で飼育している 60 トン生産規模の中間育成場を 120 トン生産規模の中間育成魚を生産可能な施設とすることができます。この中間育成魚からは海水養殖により約 500 トンの成魚の生産が期待でき、青森県の養殖サーモンの年間生産量 (約 70 トンと推測した場合) の約 7 倍以上に相当します。このことから、本プロジェクトで開発した技術体系は大規模養殖施設向きの技術であり、導入検討の際は特に高額な設備コスト (約 1 億円程度) が必要となりますので、規模の設定について綿密な環境調査と事業計画が必要です。

研究担当機関名：

(国) 弘前大学地域戦略研究所、(地独) 青森県産業技術センター内水面研究所、
(株) オカムラ食品工業

お問い合わせは：(国) 弘前大学地域戦略研究所 食料科学研究部門
電話 017-763-5028

執筆分担 ((国) 弘前大学地域戦略研究所 福田 覚)