

分野：水産業

サケ・マス未受精卵の機械洗浄による魚病防疫技術体系

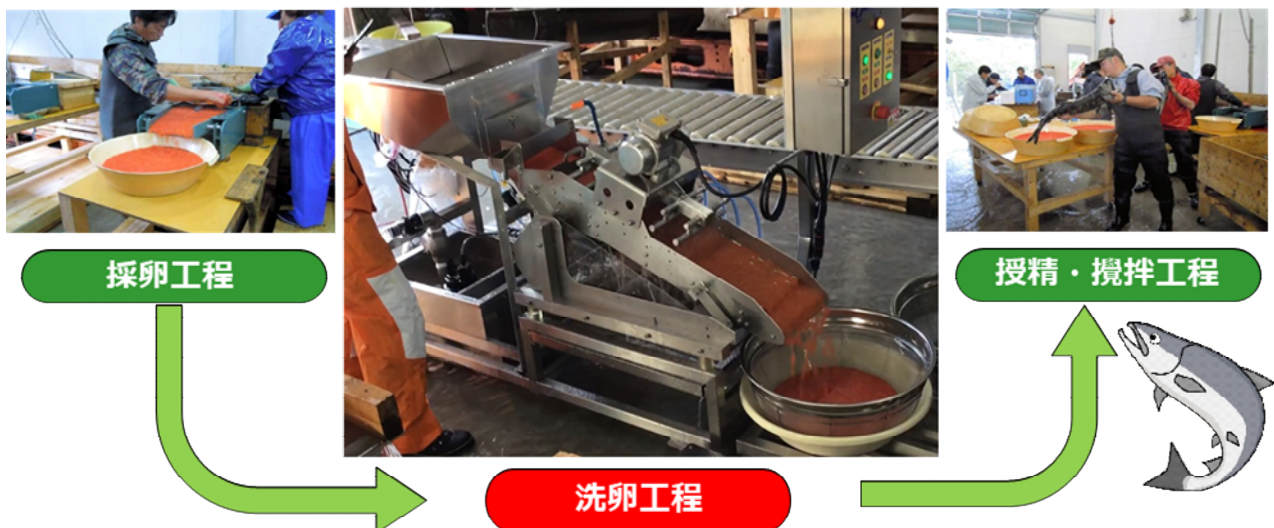
試験研究計画名：北海道産サケ・サクラマスの防疫強化のための大規模洗卵システムの開発

地域戦略名：生産現場が即応できる新たな増殖技術の開発による漁業生産の回復に伴う国際競争力がある道産水産物の輸出拡大

研究代表機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

北海道の秋サケ漁業はふ化放流事業の成果により生産量を大きく伸ばし、平成 15 年には漁獲量が 21.5 万トン、道内からの輸出数量が中国を中心に 5 万 8 千トンありました。しかし、近年、著しく漁獲量が減少し、平成 29 年には僅か 5 万トンまで落ち込み、輸出量も大幅な減少を余儀なくされています。農林水産業の輸出力強化戦略に基づき、北海道でも「食の輸出拡大戦略」を策定し、秋サケを重要品目に位置付け、オール北海道で輸出振興に取り組みましたが、平成 29 年度以降のサケ資源の未曾有の減少により、取組そのものがペンディング状態にあります。世界的に養殖サーモンが成長産業として生産を増大させる中、北海道の天然サケ・マスの輸出を復活・拡大させ、水産業を国際競争力のある産業として成長させていくためにも、秋サケ資源を早期に回復させ、安定した生産と供給をすることが不可欠です。近年、特定疾病であるレッドマウス病や、防疫が困難な親から子へ垂直感染（病原体が卵内に入ってその中で感染）する冷水病や細菌性腎臓病等が拡大・蔓延する傾向にあり、更なる資源の減少が懸念されています。垂直感染する病気を元から絶つには受精前の卵の洗浄が極めて有効な方法です。しかし、短時間で、かつ、大量の卵を扱うサケ・マス増殖事業での卵の洗浄は非常に困難です。そこで、サケ・マスの卵表面に付着した病原体を効果的に除去し、かつ、大量の卵を効率的に洗浄する洗卵システムの開発に取り組みました（図 1）。



病原体に汚染された未受精卵を振動とシャワーを用いて短時間で大量に洗浄処理

図 1 サケ・マスの防疫体制強化のための洗卵システム（大規模施設用「ホッパー型」）

技術体系の紹介：

さけます人工ふ化増殖事業等における従来の採卵工程と授精・攪拌工程の間に「洗卵工程」を追加して、作業時間を増加させずに大量の卵を洗浄し、サケ・マスの卵表面に付着した病原体を効果的に除去する新たな魚病防疫技術体系を構築しました。

1. シャワーによる連続的な機械洗卵 –サケマスの未受精卵に影響を与えずに洗浄する–

サケ科魚類の産卵期の親魚は体腔液中に様々な病原体を保有しており、これら病原体の感染リスクを低下させるために授精前の卵を等張液（0.9%塩水）で洗浄する方法があります。小規模であれば手作業で卵を洗浄できますが、サケ・マス増殖事業のように大量の卵を処理する場合には機械化が必須です。サケ・マス卵が物理的衝撃に弱いことが研究開発上の難点でしたが、開発した装置のシャワー強度等を工夫する（写真1）ことで、卵に影響を与えることなく（表1）、病原体を除去し（図2）、大量の卵を短時間で、かつ効率的に洗浄できるようになりました。

2. 生産現場での未受精卵の大量洗浄 –施設規模に適した洗卵システムを導入する–

採卵現場の環境は、主に処理卵数に応じて建屋の広さ・大きさ等が変わってきます。処理卵数の多い現場では採卵作業者が通常3人で、一人の平均採卵量が20,800粒/分であることから、従来の採卵から授精までのスムーズな流れを止めることなく、その間に新たに「洗卵工程」を入れるためには、375万粒/時以上の機械的な処理が求められます。研究開発の難点は、病原体に汚染された卵表面をくまなく確実に洗浄し、かつ大量に処理するための装置の洗浄部分でしたが、洗浄部を適正な幅に設定し、シャワーストールの形状等の改善により、目標の処理卵数を達成しました。また、生産現場の施設規模に応じて大規模施設用「ホッパー型」洗卵装置と、中小規模施設用の「採卵台一体型」洗卵装置等を主構成とする洗卵システムを開発しました（写真2）。本システムの導入によって、北海道のように1日で数百万粒~1千万粒超（シーズン延12億粒）ものサケ・マス卵を手作業で処理する作業負担が全て解消され、大量の卵を短時間で処理し、かつ、効果的・効率的に病原体を除去・低



写真1 洗卵装置の稼働状況（衝撃に弱い卵を優しく、且つ確実に洗浄）

表1 シャワー強度がサケ卵の発眼率に及ぼす影響

非洗卵	手洗卵*1	機械洗卵	
		多水量*2	少水量*3
96.2%	96.1%	96.5%	96.2%

*1: 3.4 L/minの水量で5.2 sec洗浄

*2: 48.4 L/minの水量で3.0 sec洗浄

*3: 9.9 L/minの水量で3.0 sec洗浄

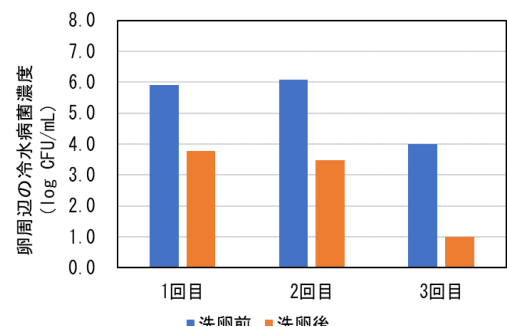


図2 生産現場（暑寒別川捕獲採卵場）での冷水病菌の除菌効果（99%以上除菌し、感染リスクを大幅に低減）；縦軸は対数表記 [log(CFU/ml)]



写真2 大規模施設用「ホッパー型」洗卵装置（左）と中小規模施設用「採卵台一体型」洗卵装置（右）

減できます。

3. 病原体汚染卵洗浄後の廃液回収・処理 —自然界へのインパクトを軽減する—

病原体に汚染された卵表面を綺麗に洗い流すことで、防疫が困難だった垂直感染（卵内感染）リスクを大幅に低減できます。しかし、洗い流した廃液（病原体を含む場合）をそのまま自然界に排水すると地場河川へ病原体が拡散し、野生のサケ・マス等への感染リスクを高めてしまいます。そのためにも、卵洗浄後の廃液はできるだけ回収し、公共用水域である地場河川に病原体拡散の汚染負荷を与えないように次亜塩素酸ナトリウム等による消毒処理と中和処理をして排水することが大切になります。そこで、開発したシステム（写真3）には廃液貯留タンクが装備されています。これらの機器は採卵現場の施設環境に合わせて配備することができます。

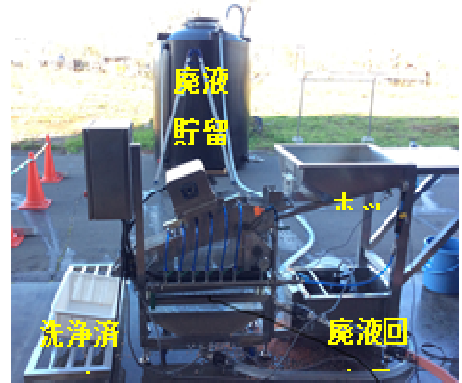


写真3 洗卵システム全景（廃液処理装置、コンベア等の周辺設備、洗浄液タンク除く）

技術体系の経済性は： 経営改善効果

現在、授精前の卵の洗浄は手作業のため、多大な労力がかかることから卵の洗浄を実施している民間施設はなく、国の施設だけに限られ、しかも、サクラマス卵等一部にとどまっています。処理卵数の多い生産現場で従来

表2 手洗卵と比較した場合の開発した機械洗卵による必要人工数と必要経費

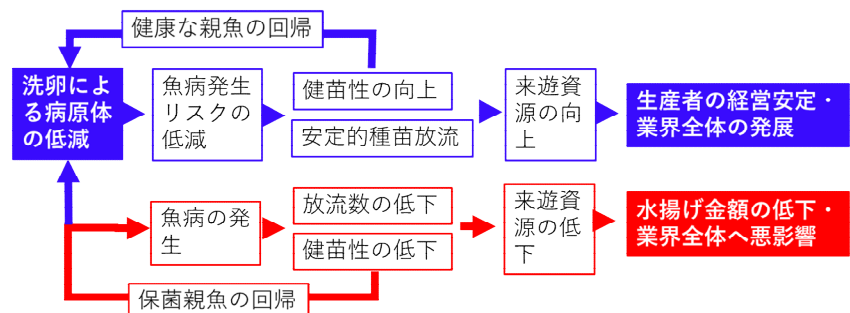
方法	経費等				人工数(人)と経費(円)*1			機器、消耗品等の経費(円)			必要経費の比較	
	人工	単価	日数	人件費	減価償却費*2	電気代*3	廃液消費代*4	総額(円)	(%)			
手洗卵	300	11,500	35	1,207,500	10,000	1,215	55,000	1,273,715	100			
機械洗卵	0.17	11,500	35	68,425	1,100,000	9,716	55,000	1,233,141	97			

*1 人工数:従来の単位時間当たりの採卵量を低下させないための洗卵作業員数(機械洗浄は採卵作業従事者業務)、日数:2億粒採卵に必要な1シーズンの平均的な採卵日数
 *2 手洗卵の減価償却費(定額法):ポンプ等必要物品総額5万円÷耐用年数5年;機械洗卵の減価償却費(定額法):洗卵システム総額550万円÷耐用年数5年
 *3 機械洗卵の電気代:8kwh×2h×17.95円×35日;手洗卵の電気代:1kwh×2h×17.95円×35日
 *4 60,000L(2億粒分排水量)÷300(最終濃度200ppmとした場合の6%次亜塩素酸Na製剤の希釈倍率)×27.5円(6%次亜塩素酸Na製剤の価格/L)、なお、手洗卵と機械洗卵の排水量はほぼ等量

の作業効率をできるだけ低下させずに洗卵工程を入れるには、専属の洗卵作業員が最低3人必要です。しかし、機械洗卵の場合は、採卵した卵を装置ホッパー部（写真3参照）まで運び投入する（0.17人工分）だけですので、採卵作業員の兼務でラインの作業能率を落とさずに十分に対応でき、しかも、123万円/年の負担で、感染リスクの極めて低い良質な受精卵を得ることができます（表2）。このように開発した「大規模洗卵システム」は、僅かな作業負担とコスト増で、従来作業の効率を落とさずに良質卵を確保し、かつ、卵から稚魚の生産性や放流魚の健苗性の向上が期待できます。

経済的な波及効果

さけます増殖事業における魚病発症による放流数減少や回帰率の低下は、さらなる資源の減少につながります。特に、



レッドマウス病等の特定疾病の発症は放流魚の大量処分につながり、経済的なマイナスの波及効果は非常に大きく、過去 10 年間の平均回帰率が 3.5%なので放流魚 5000 万尾を処分した場合の水揚げ時のみの経済的損失だけでも約 27 億円（5000 万尾×3.5%×3kg/尾×平均単価 512 円/kg：過去 10 年間の北海道での水揚げ単価）です。流通から加工等に至るまでを考えた場合、サケに関わる産業に与えるマイナスの影響は計り知れません。さらに、地場河川の種卵が確保できなくなり、次世代資源の造成が非常に困難となり、経済的損失はさらに拡大することとなります。本システムの導入による防疫強化にかかる費用は約 3 億 3 千万円（全道の採卵施設約 60 カ所×装置等導入費 550 万円）となりますが、特定疾病も含めた感染リスクの極めて低い良質な受精卵を得ることで稚魚の生産率を向上させ、健康な魚の放流につながりサケ資源を持続的に利用できます。資源回復には放流から数年を要しますが、仮に、健苗性が向上することで回帰率が 0.1%向上すると、年 10 億尾の放流によって 100 万尾の増加となります。漁獲量としては年 3,000 トンの増産（3.0kg/尾）となり、水揚げ金額としては 15.3 億円/年（平均単価 512 円/kg）の増加となります。このように放流魚の健苗性を高め、回帰率を僅かでも高めることによって生産者の経営安定化や、輸出の拡大も含めたサケ関連産業の発展・成長につながります。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

魚病の拡大・蔓延を防ぎ、本邦産サケ・マスの資源回復を図るため、北海道のさけ・ますふ化放流事業を担う 9 地域の各管内さけ・ます増殖事業協会（日本海、留萌、宗谷、北見、根室、釧路・十勝、日高、胆振、渡島）が管轄する孵化施設（60 箇所以上）の他、岩手県を中心とした本州各県のサケふ化放流施設等に是非利用していただきたい技術です。また、サケ・マスの増殖事業以外では、全国のニジマス等サケ科魚類の養殖業を営む、特に種卵生産量の多い経営体等に、様々な魚病発生による魚の死亡等による経営への打撃を回避し、健康な魚を生産するために是非利用していただきたい技術です。

技術導入にあたっての留意点：

増養殖業にとって、始めの第一歩として健康な魚を生産することがとても大切です。そのためには、魚病を未然に防ぐ防疫の意識を持つことが大切です。特に、親から子へ垂直感染（卵内感染）する病原菌を元から絶つためにも、採卵した授精前の卵を『等張液（0.9%食塩水等）で洗浄することが極めて有効』な方法です。

技術の導入に当たっては、病気の感染リスクを段階的に一つ一つ潰すことを目標に、徐々に整備していく考えが大切です。まず、本システムの主要装置である大規模施設用「ホッパー型」洗卵装置か、中小規模施設用「採卵台型」洗卵装置のどちらかを、導入先施設での採卵方法や建屋等の現場の環境を調べた上で選択し、卵を洗浄する際に使用する等張液貯留タンクと併せて、整備することから始めます。当該機器等を整備した後は、付帯する周辺設備、特に、卵洗浄後の廃液を次亜塩素酸ナトリウム等で消毒後中和処理して自然界へ排出することを視野に置きながら、廃水を貯めるタンク（掘り込みの池でも OK）等の設置場所、大きさ、形状等を採卵量や現場の環境に合わせて判断し、導入に向けた計画を立てることが肝要です。

研究担当機関名：

（地独）北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場、（地独）北海道立総合研究機構産業技術研究本部工業試験場、（国）北海道大学大学院水産科学研究院、（株）ニッコー、（公社）北海道さけ・ます増殖事業協会

お問い合わせは：（地独）北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場内水面資源部魚病防疫グループ、電話 0123-32-2136 E-mail sf-fish@hro.or.jp

執筆分担 地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部 さけます・内水面水産試験場 小林美樹