

③ 健苗育成技術開発試験2

実施機関及び担当者:

北里大学: 笠井宏朗、清水恵子

岩手県水産技術センター: 清水勇一、長坂剛志

【目的】

稚魚期の生残率の改善による回帰率の向上を図るため、遊泳力を強化するための飼育方法を開発するとともに、遊泳力、血糖値、血中乳酸値など生理指標による健苗性の評価手法を検討することを目的とする。

【方法】

令和元年度の飼育実験は、岩手県水産技術センターの大規模実証試験施設(釜石市、熊野川)で行った。試験は、通常の半分の密度($10\text{kg}/\text{m}^3$)を2群用意し、一方は通常の飼育、もう一方は(有)タカツ産業製循環式流速変動装置により流速を強化して飼育した。流速は、強化区で6時から18時の12時間を流速 $2.0\text{cm}/\text{秒}$ の強化工程、18時から翌6時を $0.5\text{cm}/\text{秒}$ の安息工程とした。対照区は常時 $0.5\text{cm}/\text{秒}$ に設定した。試験中は、池出し以降放流まで約1週間毎に尾叉長、魚体重、遊泳力、血糖値を測定した。遊泳力は、(有)タカツ産業製遊泳力測定装置により瞬間遊泳力(1秒毎に流速を 1cm 上昇)及び臨界遊泳力(60秒毎に流速を 1cm 上昇)を測定した。血糖値は、酵素電極法で人用に市販されている血糖値測定機器(ジョンソン・エンド・ジョンソン(株)製ワンタッチベリオセンサー)を用いて血糖値を測定した。

また、北里大学にてミニチュア水槽による稚魚のトレーニング予備実験を行った。ミニチュア水槽による稚魚のトレーニング予備実験は、9時から17時の間に1時間毎の流速強化(流速 $4\sim 10\text{cm}/\text{sec}$)と安息($2\text{cm}/\text{sec}$)を繰り返すトレーニング区(トレーニングスケジュール:表1)、対照区(流速 $1\sim 2\text{cm}/\text{sec}$)の2試験群とした。試験は、2019年12月23日から開始し、2020年1月31日に遊泳力を測定し、遊泳力測定後の個体を用いて血糖値及び血中乳酸値を測定した。遊泳力および血糖値の測定については上記の方法と同様に、また、血中乳酸値は(株)アークレイファクトリー製ラクテート・プロ LT-1710を用いて測定し、令和元年度事業報告書にて結果を報告した。令和元年度は、遊泳力、血糖値、血中乳酸値を測定した直後に凍結保存した魚体について、解凍後、筋肉中のグリコーゲンとトリグリセリド、肝臓のグリコーゲンの測定を行い、各組織における含有率を算出した。

令和2年度の飼育実験は、流速強化の時間を10時から11時までの1時間と16時から17時までの1時間の合計2時間とした。測定項目は令和元年度と同様(尾叉長、魚体重、遊泳力、血糖値)とし、流速が成長、遊泳力に与える影響について評価する。現在、予備試験を実施中であり、今後耳石温度標識を施標した本試験を実施する。

【結果】

令和元年度試験の遊泳力測定結果を図1に示した。遊泳力は瞬間・臨海遊泳力ともに流速強化区が対照区を上回る傾向があった。しかし、飼育25日目から流速強化区の摂餌状況が悪化し、遊泳力は低下した。血糖値は、両試験区とも平均 $100\sim 200\text{mg}/\text{dL}$ で推移した(図2)。血糖値と死亡数の間には、血糖値が上昇し、10日後程度で死亡数が増加する関係が見られた(図2)。

ミニチュア水槽による稚魚のトレーニング予備実験について、トレーニング区および対照区における臨界および瞬間遊泳力測定前後の血糖値、血中乳酸値、筋グリコーゲン含有率ならびに筋トリグリセリド含有率の結果を図3に示した。臨界遊泳力測定前後の変化について、対照区における血糖値は、遊泳力測定前後で変化はみられなかったが、トレーニング区では遊

泳力測定後に有意に上昇した。また、血中乳酸値についても、対照区では遊泳力測定前後で変化は見られなかったが、トレーニング区では有意差は確認されなかったものの、遊泳力測定後に上昇した。筋グリコーゲンについては、トレーニング区、対照区の両区において遊泳力測定後に低下がみられた。一方、筋トリグリセリドについては、筋グリコーゲンと同様にトレーニング区、対照区の両区において遊泳力測定後に低下がみられたが、遊泳力測定前の含有率はトレーニング区のほうが高かったのに対し、遊泳力測定後の含有率はトレーニング区のほうが低くなり、遊泳力測定後の含有率の低下の程度はトレーニング区のほうが著しくなる傾向にあった。瞬間遊泳力測定前後の変化についても同様の傾向が見られた。

2020 年級の飼育試験に用いる稚魚を生産するため、試験施設近傍の片岸ふ化場より 2020 年 12 月 14 日に採卵した種卵を移入し、遊泳力強化及び低密度飼育実験用に各 99 千尾に耳石温度標識を施標した(表2)。

これまでの試験結果から、水流を強めることにより遊泳力は強化される傾向にあること、トレーニングを行うことで体エネルギー成分の代謝が変化することが分かってきており、今後は運動強度や運動時間の検討を行う必要がある。また、血糖値の把握によりある程度健苗性評価が可能なことが分かってきたが、血糖値の上昇と稚魚の生理状況の関係と血糖値が異常値を示した場合の対処方法などを検討する必要がある。

表1 流速強化区のトレーニングスケジュール

時刻	流速 (cm/sec)	備考
9:00-10:00	2	清掃・給餌
10:00-11:00	4	強化
11:00-12:00	2	安息
12:00-13:00	6	強化
13:00-14:00	2	安息
14:00-15:00	8	強化
15:00-16:00	2	安息
16:00-17:00	10	強化
17:00-9:00	2	安息

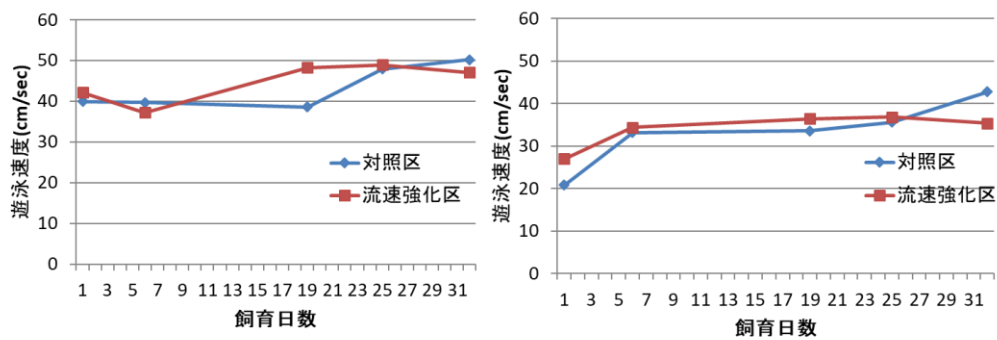


図1 遊泳力測定結果（左：瞬間遊泳力 右：臨界遊泳力）

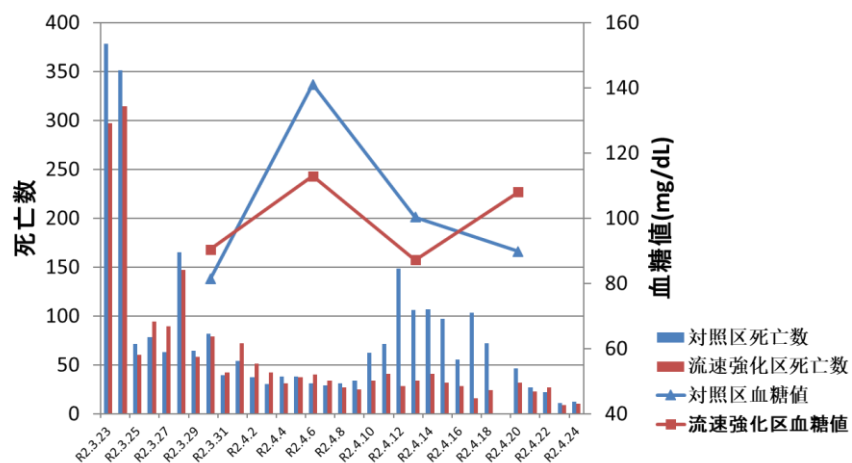
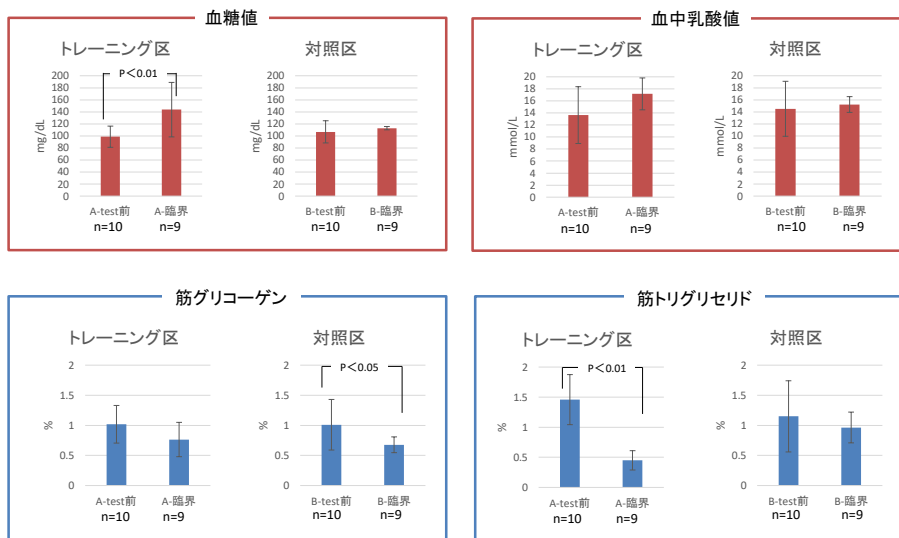


図2 血糖値と死亡数の推移

臨界遊泳力測定後の変化



臨界遊泳力測定後の変化

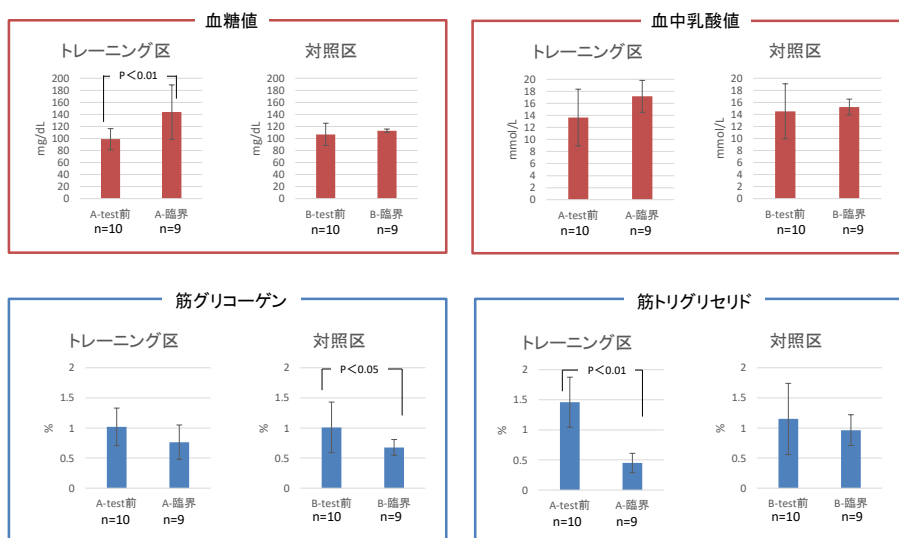


図3 トレーニング区及び対照区の運動後血糖値、血中乳酸値、筋グリコーゲン、筋トリグリセリド含有率

表2 令和2年度の試験卵確保状況

採卵日	標識数 (千尾)	コード	試験区
2020年			
12/14	99	2, 5H2	遊泳力強化
12/14	99	2, 5H3	低密度

④ 海水適応能試験

実施機関及び担当者：

全国さけ・ます増殖振興会： 内海邦夫、伊集院兼丸

【目的】

本州域のふ化場におけるサケ稚魚の海水適応能試験の普及と試験結果データの収集を行い、今後の飼育法の改善等に資する。

【方法】

令和2年度は本州域の全ふ化場 104 箇所において実施中である。

本試験の円滑な実施のため、試験実施マニュアル(図1)や事業体系図(図2)を対象ふ化場の他、各県庁や各県増殖団体等の関係機関に通知するとともに、試験に必要な資機材を送付した。令和2年度の進捗状況は以下のとおりである：

- ・2020年11月30日、試験実施ふ化場等に試験実施マニュアル等を送付、
- ・2020年12月8日から随時、人工海水の素等の資機材を送付、
- ・放流2週間前の主群等3群を対象に、1月中旬から随時実施中。

試験結果は各県増殖団体を経由し、本会に報告後、各県庁、各県増殖団体及び水産資源研究所等と情報を共有することとしている。

さらに、技術面での改善点等については関係機関と検討し、実施可能な部分から次年度の飼育方法等に反映する方針である。具体的には、試験結果を水産資源研究所及び技術普及員との合同会議で情報を共有し、種卵や仔稚魚管理、塩水浴等の実施について助言する予定である。

【結果】

2019年級の結果は、87箇所中83箇所のふ化場において90%～100%となり、80%台は、C県、H県及びI県で4例であった(表1)。2018年級は59箇所のふ化場において、60%台1例、70%台1例、80%台が6例となっており、単年比較ではあるが2019年級の海水適応率は向上した。また、試験の有用性の認知度が深まったことにより、令和元年度(2019年級)は多くの漁協で試験を3回から最大38回実施した。

試験結果については、水産資源研究所及び別途水産庁補助事業で実施している技術普及員との合同会議を2020年8月に開催し、本試験結果と両者の技術普及概況等の情報を共有した。

2018年級の適応率が65%のふ化場では、捕獲体制に変更があり卵・仔魚期の各段階においてへい死が発生したことが判明したことから、この関係を直接結びつけることはできないものの、令和2年度に改めて捕獲、採卵工程に関する手引きを作成するなどした。

本試験を通じ、ふ化場自らが前期・中期・後期の3群に試験を実施し、放流稚魚の健苗性を確認する個所もあり、本試験の普及と有用性に理解が深まりつつある。また、本試験結果に基づき、技術普及時に改善を図るなど、PDCAサイクルの発現を目指している。

海水適応能試験実施マニュアル

1. 放流2週間前の稚魚を70尾(供試尾数60尾+予備10尾)用意します。
2. 稚魚は、試験前24時間から餌止めします。
3. 10リットルのふ化用水を入れたポリバケツに「人工海水の素10リットル用」1袋を溶かし、水槽に入れます。計5袋を同様に溶かし入れます。
4. この水槽にポンプからエアーを入れて、一晩置きます。
(水槽の設置は、ふ化室等一定の室温の下で、水温の変化を抑制する
ポンプの設置は、気泡がかからない水槽横等に設置する)
5. 24時間餌止めした稚魚**60尾**を水槽に入れ、48時間観察して下さい。
6. この間は餌は与えず、死亡した稚魚はその**都度**取り上げてください。
7. 適応率を4の表に記入して下さい。
適応率の求め方
60尾のうち、48時間内に6尾死亡した場合
(生残尾数:54尾÷供試尾数:60尾)×100=適応率は90%になります。

1. 試験機材



図1. 海水適応能試験実施マニュアル

2. 人工海水の作り方

- (1) ポリバケツ10リットルにふ化用水を入れ、「人工海水の素10リットル用」を1袋ずつ入れ、塩ビのパイプ等でかき混ぜ、溶かす。



- ①ポリバケツに10リットルのふ化用水を入れ、海水の素を1袋入れる。



- (2) 10リットルずつ水槽に入れる

- ②かき混ぜ、溶かす(塩ビパイプ等)



10リットル×5回
= 50リットル



3. 稚魚の採集方法と試験の実施

- ①、②飼育池から70尾(供試尾数60尾+予備10尾)採集し、③ふ化槽で24時間餌止めします。④60尾を水槽に移し、⑤へい死稚魚は随時除き餌止めしたまま48時間後に生き残った尾数を表に記入します。

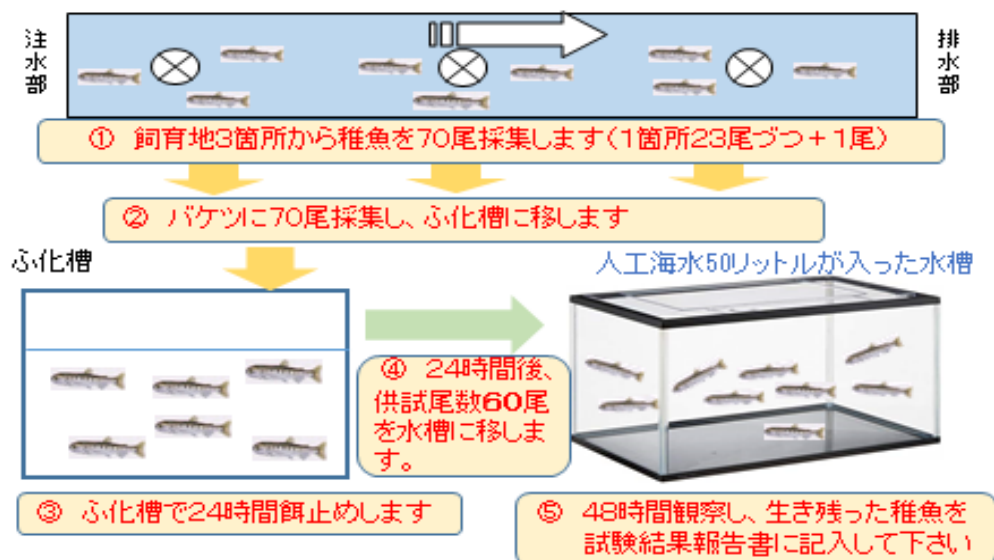


図1 (続き). 海水適応能試験実施マニュアル

4. 令和2年度 さけ・ますふ化放流抜本対策事業 「海水適応能試験」事業体系図

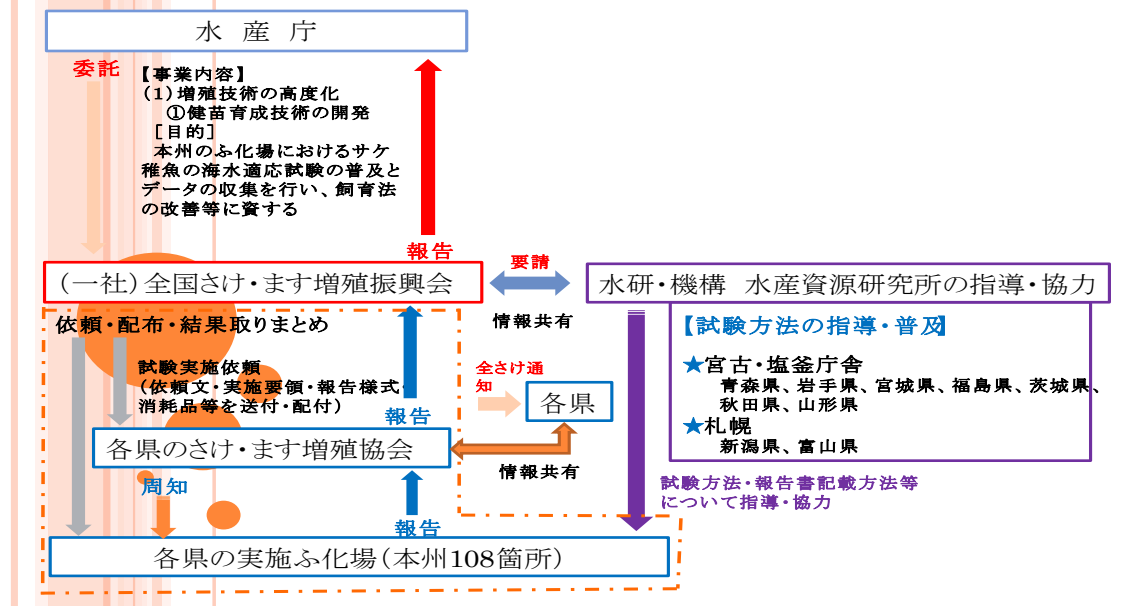


図2. 事業体系図

表1. 令和元年度と平成30年度の比較

県名	漁協数	回数	採卵月日	試験開始月日	試験終了月日	のべ試験回数 (回)	供試尾数 (60尾)	斃死尾数 (尾)	生残尾数 (尾)	適応率 (%)	平成30年度 適応率 (%)
A 県	12	1～3回	2019/9/27 ～2020/1/2	2020/2/27 ～4/23	2020/2/29 ～4/25	32	20～64	0～3	20～64	95～100	83～100
B 県	17	1～11回	2019/10/1 ～2020/1/9	2020/1/14 ～5/6	2020/1/16 ～5/8	68	50～60	0～3	50～60	95～100	97～100
C 県	9	1～3回	2019/10/18 ～2020/1/6	2020/1/23 ～4/13	2020/1/25 ～4/15	18	60	0～9	51～60	85～100	65～100
D 県	4	1～3回	2019/10/31 ～11/23	2020/1/16 ～3/15	2020/1/18 ～3/17	7	60	0～1	59～60	98～100	97～100
E 県	3	1～3回	2019/11/20 ～12/6	2020/2/11 ～3/11	2020/2/13 ～3/13	5	60	0～2	58～60	97～100	100
F 県	5	1～4回	2019/10/8 ～12/2	2020/2/15 ～3/25	2020/2/17 ～3/27	14	60	0	60	100	100
G 県	14	1～5回	2019/10/3 ～12/21	2020/1/15 ～3/24	2020/1/17 ～3/26	37	60	0	60	100	93～100
H 県	19	1～3回	2019/10/4 ～12/15	2020/1/21 ～3/20	2020/1/23 ～3/22	46	60～100	0～15	54～60	85～100	77～100
I 県	4	1～38回	2019/10/17 ～12/8	2020/2/2 ～3/18	2020/2/4 ～3/20	79	30～100	0～14	30～100	86～100	98～100
9 県	87	1～38回	2019/9/27 ～2020/1/9	2020/1/14 ～5/6	2020/1/16 ～5/8	306	20～100	0～15	20～100	85～100	65～100