

仔魚管理期における浮上槽を用いた半循環式飼育の条件検討

遠藤 赳寛

目 的

サケ稚魚の適期放流に向け、低水温用水に起因する成長遅滞解消のため、発眼期から浮上期までの期間を短縮する実用規模で使用可能な技術を開発する。本試験は 2018 年度から 2019 年度のさけ稚魚生産システムステップアップ事業で技術開発した半循環式飼育システム¹⁾の改良を目的とする。2019 年度に奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合相坂サケふ化場（奥入瀬川相坂サケふ化場）で実施した浮上槽を用いた半循環式飼育試験では、ヒーターによる加温で溶存酸素量が低下することが問題となったため、2020 年度は溶存酸素量の改善方法を検討した。

材料と方法

(1) 試験場所

奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合相坂サケふ化場（奥入瀬川相坂サケふ化場）

(2) 供試卵

2020 年 12 月 26 日および 29 日に奥入瀬川相坂サケふ化場で採卵・受精したサケ卵を使用した。検卵後の発眼卵を奥入瀬川相坂サケふ化場のふ化槽において管理し、2021 年 1 月 25 日に試験用の浮上槽に収容した。

(3) 半循環型サケ仔魚管理システム

2019 年度に使用したシステムを基本とし¹⁾、(4) のとおり水受けコンテナに変更を加えた（図 1、2）。

(4) 試験区及び対照区の設定条件

試験区は、①従来区（半循環式・10L/分注水・加温あり）及び②改良区（半循環式・10L/分注水・加温あり・水受けコンテナ拡張）とした。②改良区は水受けコンテナの容量を従来区の 32L から 75L（ヤザキ社製 PT-75）に変更し、曝気槽としての効果の向上を図った。さらに試験開始後 8 日目の 2 月 2 日からはコンテナを 75L×2 段の計 150L とした（図 2）。対照区はかけ流し式とした。両試験区の循環水量を調整し、流量を 50L/分とした。39 日目の 3 月 5 日からは両試験区とも溶存酸素量が低下したためそれぞれ注水量を 15L/分に変更し、流量を 55L/分とした。対照区は注水量を 50L/分、流量を 50L/分とした。

両試験区および対照区の浮上槽に発眼卵を 10 万粒収容した。卵収容時の積算水温は両試験区で 360℃・日、対照区で 330℃・日であった。

それぞれの水槽に自己式水温計（T&D 社製 おんどとり TR-52i）を設置し、15 分ごとに水温を観測した。日平均水温は、1 日の水温を平均して求めた。

試験期間中の溶存酸素量及び pH は HACH 社製 HQ40d を用いて適宜測定した。アンモニア態窒素濃度はアンモニア性窒素試薬セット（HACH 社製 HACH1389）及びポータブル吸光光度計（HACH 社製 DR900）を用いて適宜測定した。

(5) 海水適応能試験及び魚体測定

浮上後の稚魚の質を評価するため、海水適応能試験を行った。試験には 60cm ガラス水槽（寿工業株式会社製 コトブキ KC-600S）を使用し、50L の水に人工海水の素 10L 用（有限会社マツダ社製 ニューマリンメリット）を 5 袋溶解し、塩分 33.5psu の人工海水を製作した。水槽をかけ流しの飼育用水に浸漬させることにより保温するとともに、エアレーションにより通気した。積算水温 900℃・日以上を目安に、両試験区及び対照区の稚魚 100 尾を人工海水に移行し、48 時間後の生残率を算出した。海水適応能試験後の稚魚を魚類・甲殻類麻酔剤（DS ファーマヘルスアニマルズ社製 FA-100）により麻酔した後、尾叉長及び体重を測定した。

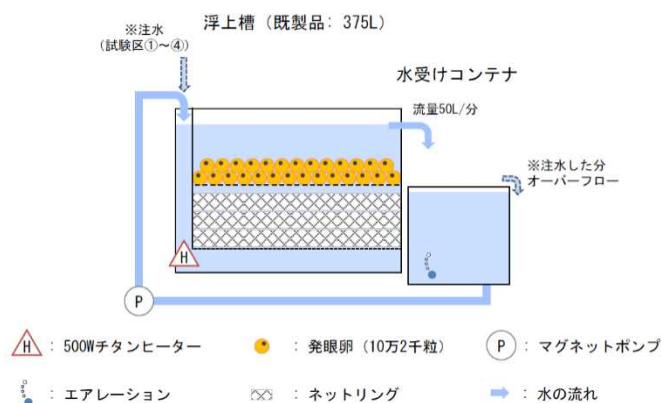


図 1. 奥入瀬川相坂ふ化場における半循環型サケ仔魚管理システム概要

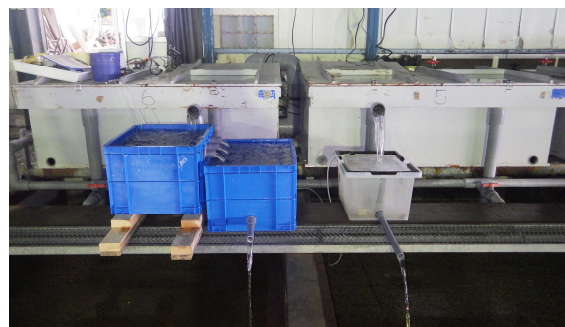


図 2. ①従来区 (右) と水受けコンテナの容量を 75L×2 段に拡張した②改良区 (左)

結果と考察

試験開始から終了までの経過は表 1 のとおり。また、両試験区および対照区の日平均水温、積算水温、溶存酸素量、pH およびアンモニア態窒素濃度は図 3～7 のように推移した。

試験開始 11 日目の 2 月 5 日頃から両試験区および対照区でふ化が観察され、23 日目の 2 月 17 日に同時にふ化盆を撤去した。ふ化盆撤去時の積算水温は①従来区で 643°C・日、②改良区で 637°C・日、対照区で 604°C・日であった。50 日目の 3 月 16 日に両試験区および対照区の仔魚を池出した。池出し時の積算水温は①従来区で 924°C・日、②改良区で 929°C・日、対照区で 872°C・日であった。

日平均水温は試験開始後 29 日目まで①従来区で 12.0～12.5°C、②改良区で 11.7～12.3°C、対照区で 11.6～12.1°C で、すべての区において 12°C 前後で安定していた。30 日目の 2 月 24 日から奥入瀬川相坂ふ化場の河川水ポンプが稼働し、飼育用水に河川水が混合されたため水温が低下した。その結果、50 日目まで①従来区で 8.6～13.0°C、②改良区で 8.9～11.2°C、対照区で 7.2～10.1°C の範囲で推移した。

溶存酸素量は試験開始時に①従来区で 9.99mg/L、②改良区で 9.84mg/L、対照区で 10.46mg/L であったが、卵のふ化、発生に伴い徐々に低下した。①従来区、②改良区では溶存酸素量の低下が著しく、河川水の使用を開始した直後に一時的に上昇したものの、39 日目には①従来区で 4.85mg/L、②改良区で 4.97mg/L まで低下したため、注水量を 10L/分から 15L/分に増やして対応した。注水量変更後の溶存酸素量は①従来区、②改良区とも 6mg/L 前後まで上昇したものの、②改良区では試験終了時に 3.87mg/L まで低下した。改良区のみで溶存酸素量が低下した要因は不明である。対照区では 7.22～10.46mg/L の間で推移した。

pH は①従来区が 6.87～7.39、②改良区が 6.91～7.28、対照区が 6.82～7.09 の範囲でそれぞれ推移し、いずれも河川および湖沼における水産用水基準値²⁾ の 6.7～7.5 の範囲内であった。

アンモニア態窒素濃度は①従来区で 0.00～0.35mg/L、②改良区で 0.02～0.43mg/L、対照区で 0.00～0.15mg/L の間で推移した。①従来区及び②改良区では試験開始以降上昇し、常に水産用水基準値³⁾ の 0.01mg/L より高い値を示した。

表 1. 試験の経過と各試験区および対照区の積算水温

	①従来区		②改良区	対照区
	実施日	経過日数	積算水温 (°C・日)	積算水温 (°C・日)
浮上槽収容	1月25日	0	360	330
ふ化開始	2月5日	11	497	463
盆上げ	2月17日	23	643	604
試験区D0低下につき 注水量変更(10→15L/m)	3月5日	39	817	770
浮上・池出し	3月16日	50	924	872
海水適応能試験	3月23日	57	1000	932

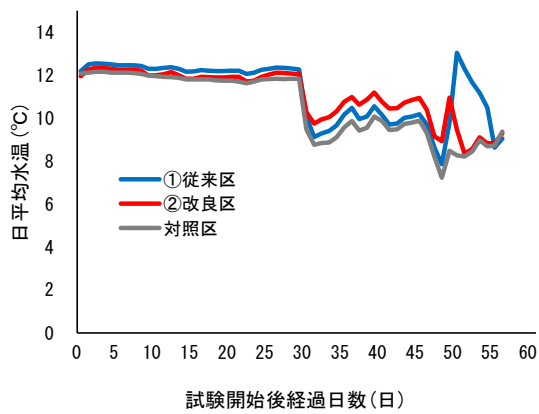


図 3. 各区の日平均水温の推移

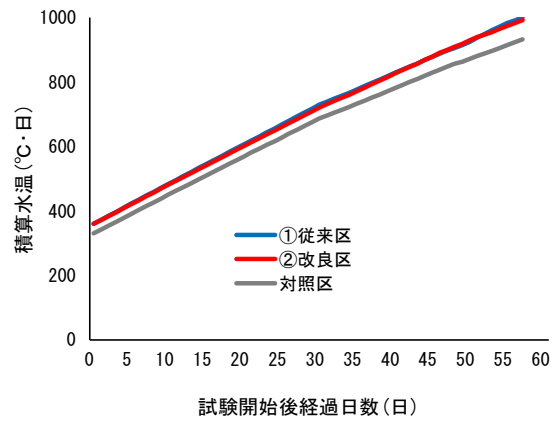


図 4. 各区の積算水温の推移

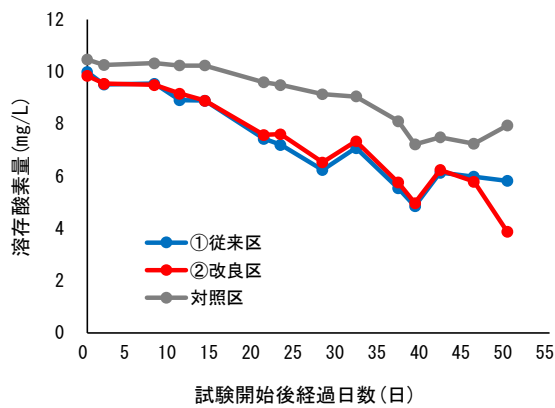


図 5. 各区の溶存酸素量の推移

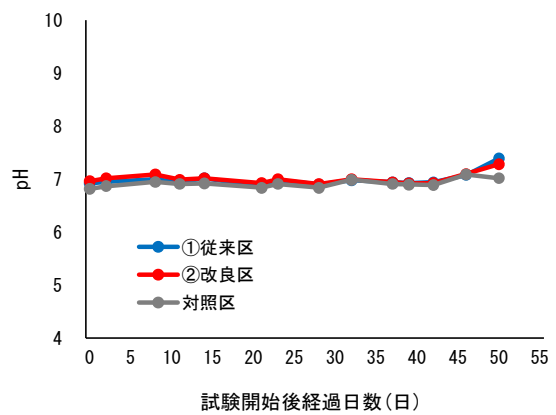


図 6. 各区の pH の推移

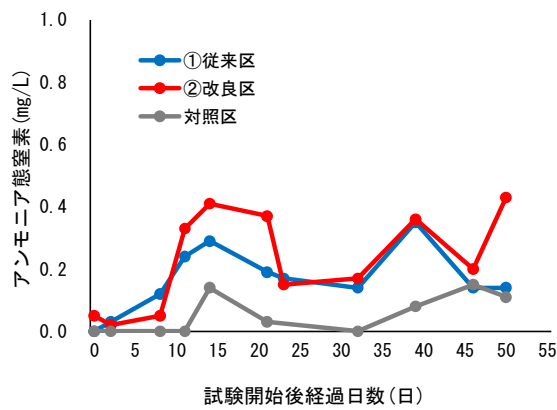


図 7. 各区のアンモニア態窒素濃度の推移

57 日目の 3 月 23 日に両試験区および対照区の海水適応能試験を実施した。各区の 48 時間後斃死尾数、平均尾叉長、及び平均体重は表 2 のとおり。すべての試験区で 48 時間後斃死率は 90% 以上であり、仔魚の質に問題はなかったものと考えられた。

表 2. 海水適応能試験の結果

	①従来区	②改良区	対照区
収容尾数(尾)	100	100	100
48時間後へい死尾数(尾)	0	3	7
平均尾叉長(mm±SD)	35.39±1.86	34.88±1.84	34.03±1.60
平均体重(g±SD)	0.41±0.06	0.39±0.06	0.36±0.05

①従来区、②改良区とも溶存酸素量に差がなく、池出し直前を除きほぼ同様に推移したことから、水受けコンテナの容量拡大は溶存酸素量増加にはほとんど寄与しなかったと考えられる。一方、いずれの試験区も注水量を 10L/分から 15L/分に増やすことで溶存酸素量が回復し、浮上まで仔魚を管理できたことから、現状のシステムでも注水量を 15L/分とすることで運用可能と考えられる。

浮上の時期は①従来区、②改良区および対照区で見かけ上ほとんど揃っており、池出しは同日に実施した。50 日目の池出し時の積算水温で比較すると①従来区および②改良区は対照区と 52～57℃・日の開きがあり、対照区では 56 日目に 923℃・日に達し、ほぼ同等の積算水温となった。また、対照区は採卵日が試験区より 3 日遅く、試験開始時の積算水温が①従来区、②改良区より 30℃・日低かったことから、本試験の条件で加温によって短縮できた仔魚管理期間は実質 3 日程度と試算された。奥入瀬川サケふ化場の飼育用水の水温は高く、特に河川水混合前は無加温の状態でも 12℃前後で安定していることから、加温による仔魚管理期間短縮の効果は限定的と考えられた。

文 献

- 1) 松谷紀明 (2023) さけ稚魚生産システムステップアップ事業 (仔魚管理期における半循環式飼育の条件検討) . 2019・2020 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 120-127.
- 2) 日本水産資源保護協会 (2018) 水素イオン濃度 (pH). 水産用水基準第 8 版 (2018 年版), 28.
- 3) 日本水産資源保護協会 (2018) アンモニア態窒素. 水産用水基準第 8 版 (2018 年版), 73-74.

謝 辞

本試験にご協力いただきました奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合の皆様へ感謝申し上げます。