

**未来につなぐさけ漁業推進事業**  
**(閉鎖循環型サケ卵管理システムにおける水温条件の検討)**

松谷 紀明<sup>1</sup>

## 目 的

閉鎖循環型サケ卵管理システムを用いて、異なる水温条件による卵管理期間の短縮効果を検討する。

## 材料と方法

### (1) 試験場所

内水面研究所

### (2) 供試卵

奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合サケふ化場（奥入瀬川サケふ化場）において2017年1月10日に採卵したサケの受精卵2万粒を内水面研究所に運搬して試験に使用した。

### (3) 閉鎖循環型サケ卵管理システム

塩ビ製ボックス型ふ化槽、32Lろ過槽用コンテナ、24L水受けコンテナ、マグネットポンプ（イワキ社製 MD-15R）、硝化細菌を付与したセラミック製ろ材8L（太平洋セメント社製 パワーハウスベーシックソフトタイプ微酸性Sサイズ）で構成され、最下段の飼育水がポンプにより最上段の濾過槽へ送られ、加温された後に高低差で受精卵が収容された水槽へ注水される（図1）。

### (4) 試験区及び対照区の設定条件

試験区は、①閉鎖循環式 11℃区、②閉鎖循環式 15℃区、③閉鎖循環式 18℃区とした。①閉鎖循環式 11℃区はヒーターを設置せず、水槽及び水受けコンテナをかけ流しの湧水に浸漬させることにより保温した。②閉鎖循環式 15℃区及び③閉鎖循環式 18℃区は、湧水への浸漬による保温に加えて、観賞魚用200Wヒーター及びサーモコントローラーを設置し、加温した。なお、急激な水温変化による卵への影響を緩和させるため、②閉鎖循環式 15℃区では試験開始後（以下、同じ）2日目に15℃、③閉鎖循環式 18℃区では5日目に18℃になるように段階的に昇温させた。対照区は、湧水かけ流し式とした。

各試験区及び対照区のふ化槽に受精卵5千粒収容した。

注水量は、試験区130/分、対照区130/分とした。

それぞれの水槽に自記式水温計（Onset社製 TidbiTv2）を設置し、5分毎に水温を観測した。日平均水温は、1日の水温を平均して求めた。発眼までの積算水温を240℃・日、検卵までの積算水温を300℃・日として、試験区と対照区の飼育日数について比較した。

発眼卵の平均重量は、100個の重量を平均して求めた。

試験期間中の溶存酸素量はHACH社製 HQ30d、pHは株式会社堀場製作所社製 D-55、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）を使って適宜測定した。

---

<sup>1</sup> 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所

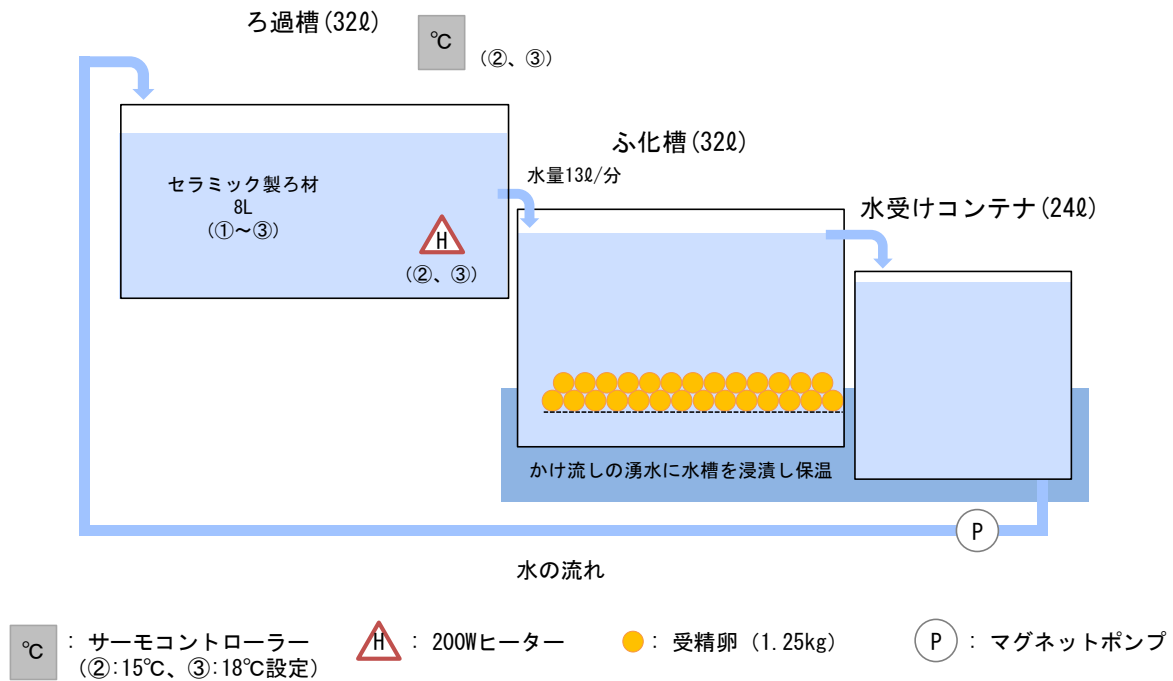


図 1. 内水面研究所における閉鎖循環型サケ卵管理システム概要

## 結 果

3 試験区及びかけ流し式区において、ミズカビ病が確認された。3 試験区においてミズカビ病の症状が卵の表層に確認された順番は、早かった方から③閉鎖循環式 18°C区、②閉鎖循環式 15°C区、①閉鎖循環式 11°C区の順であった。②閉鎖循環式 15°C区及び③閉鎖循環式 18°C区ではミズカビ病による卵塊の形成が進行したため、積算水温 150°C・日以降に緩やかに攪拌を行った。

検卵までの平均水温は、①閉鎖循環式 11°C区が 11.3°C、②閉鎖循環式 15°C区が 14.6°C、③閉鎖循環式 18°C区が 16.7°C、かけ流し式区が 11.4°Cであった (表 1、図 2)。水槽をかけ流しの湧水に浸漬させることにより保温した①閉鎖循環式 11°C区はかけ流し式区と同等の水温であった (図 2)。3 試験区の水温では、③閉鎖循環式 18°C区、②閉鎖循環式 15°C区、①閉鎖循環式 11°C区の順で高い値で推移した (図 2)。

発眼の目安となる積算水温 240°C・日への到達日は、①閉鎖循環式 11°C区が 22 日目、②閉鎖循環式 15°C区が 17 日目、③閉鎖循環式 18°C区が 15 日目、かけ流し式区が 21 日目であった (図 3)。①閉鎖循環式 11°C区と比較して、②閉鎖循環式 15°C区では 5 日、③閉鎖循環式 18°C区では 7 日短縮された。

③閉鎖循環式 18°C区ではミズカビ病による卵塊が形成されたため、一般的な検卵日より早い段階で検卵を行った。その他の試験区も③閉鎖循環式 18°C区の検卵時の積算水温を目安に検卵を行った。検卵日は、①閉鎖循環式 11°C区が 26 日目、②閉鎖循環式 15°C区が 19 日目、③閉鎖循環式 18°C区が 17 日目、かけ流し式区が 26 日目であった。①閉鎖循環式 11°C区と比較して、②閉鎖循環式 15°C区では 7 日、③閉鎖循環式 18°C区では 9 日短縮された。検卵時の積算水温は、①閉鎖循環式 11°C区が 293°C・日、②閉鎖循環式 15°C区が 281°C・日、③閉鎖循環式 18°C区が 288°C・日、かけ流し式区が 297°C・日であった (表 1、図 3)。

発眼卵の平均重量は、①閉鎖循環式 11°C区が 0.22g、②閉鎖循環式 15°C区が 0.22g、③閉鎖循環式 18°C区が 0.21g、かけ流し式区が 0.23g であった (表 1)。

発眼率は、①閉鎖循環式 11°C区が 82%、②閉鎖循環式 15°C区が 80%、③閉鎖循環式 18°C区が 12%、かけ流し式区が 88% であった (表 1)。

溶存酸素量は、①閉鎖循環式 11°C区では 10.31～11.14mg/L、②閉鎖循環式 15°C区では 9.72～10.63mg/L、

③閉鎖循環式 18℃区では 7.75～10.62mg/L、かけ流し式区では 10.11～10.49mg/L の範囲であった。③閉鎖循環式 18℃区では、時間経過に伴う溶存酸素量の低下がみられた（図 4）。

pH は、①閉鎖循環式 11℃区では 7.1～8.1、②閉鎖循環式 15℃区では 7.2～8.0、③閉鎖循環式 18℃区では 7.2～7.9、かけ流し式区では 7.1～7.9 の範囲であった（図 5）。

アンモニア態窒素濃度は、①閉鎖循環式 11℃区では 0～0.15mg/L、②閉鎖循環式 15℃区では 0～0.20mg/L、③閉鎖循環式 18℃区では 0～0.25mg/L、かけ流し式区では 0～0.05mg/L の範囲であった（図 6）。アンモニア態窒素濃度は、3 試験区において試験期間中を通して、水産用水基準<sup>1)</sup>である 0.01mg/L よりも高い値で推移した。

表 1. 内水面研究所における閉鎖循環型サケ卵管理システム水温条件検討結果

|                    | ①閉鎖循環式11℃区 | ②閉鎖循環式15℃区 | ③閉鎖循環式18℃区 | かけ流し式区 |
|--------------------|------------|------------|------------|--------|
| 親魚捕獲河川             | 奥入瀬川       |            |            |        |
| 採卵年月日              | 2017年1月10日 |            |            |        |
| 平均水温 (°C)          | 11.3       | 14.6       | 16.7       | 11.4   |
| 発眼月日 (積算水温240°C・日) | 2月1日       | 1月27日      | 1月25日      | 1月31日  |
| 検卵月日               | 2月5日       | 1月29日      | 1月27日      | 2月5日   |
| 検卵時積算水温 (°C・日)     | 293        | 281        | 288        | 297    |
| 平均卵重量 (g)          | 0.22       | 0.22       | 0.21       | 0.23   |
| 発眼率 (%)            | 82         | 80         | 12         | 88     |

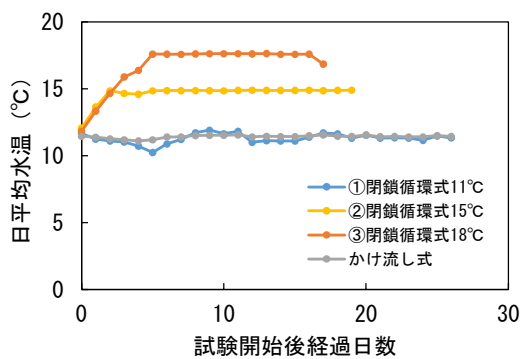


図 2. 日平均水温の推移

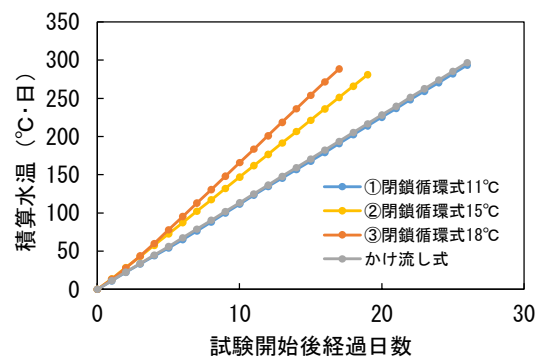


図 3. 積算水温の推移

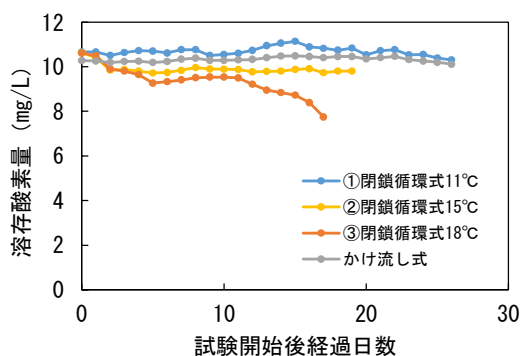


図 4. 溶存酸素量の推移

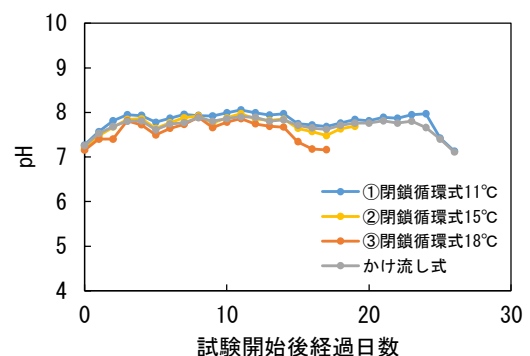


図 5. pH の推移

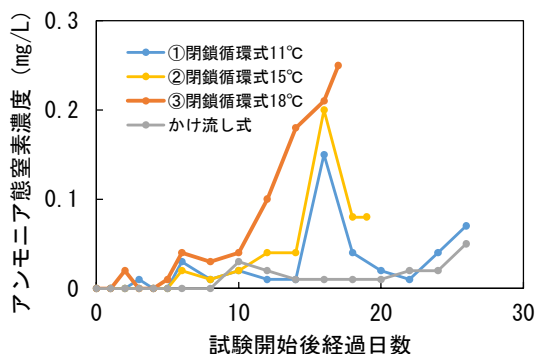


図 6. アンモニア態窒素濃度の推移

## 考 察

閉鎖循環型サケ卵管理システムを用いて水温条件の検討を行った結果、卵管理期間は水温が高いほど短縮されたものの、一定の水温を超えると発眼率が低下する可能性が示唆された。

発眼率は①閉鎖循環式 11°C区及び②閉鎖循環式 15°C区において 80%台であった一方、③閉鎖循環式 18°C区において 12%であったことから、水温 15～18°Cの間に生残を低下させる限界点が存在するものと推察された。また、ミズカビ病の症状は、③閉鎖循環式 18°C区において卵の表層で最も早く確認されるとともに、卵塊の形成が最も早く進行したことから、水温 11～18°Cの範囲では水温が高いほどミズカビ病が重症化する可能性が示唆された。今回の試験では、高水温の影響による斃死と、ミズカビ病に起因する通水悪化による斃死を分離することは困難であるが、これらが複合的に作用し、水温 18°Cにおいて発眼率を低下させる結果になったと考えられた。

老部川内水面漁業協同組合サケふ化場における閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験<sup>2)</sup>では設定水温を 12°Cにしたが、更なる卵管理期間の短縮を期待し、より高い水温での卵管理を検討する際には、上記のように、水温 15～18°Cでは斃死及びミズカビ病の重症化リスクを高める可能性があるため、15°C以下の範囲に留めることにより大量斃死のリスクが低減されると考えられた。

また、サケの発生初期に高水温（15°C）の影響により、双体奇形胚の出現割合が高まる<sup>3)</sup>ことが報告されていることから、吸水直後の卵を 15°Cの水槽に収容するのではなく、発生進行に合わせて段階的に昇温させる方法を採用するのが望ましいと考えられた。

最後に、ともに日平均水温が 11°C台であった①閉鎖循環式 11°C区とかけ流し式区を比較した場合、①閉鎖循環式 11°C区が発眼率が 6%低かった。この差が閉鎖循環システムに起因するかは現段階では判断できないため、今後、例数を重ねて検証する必要がある。

## 謝 辞

本事業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。

## 文 献

- 1) 日本水産資源保護協会（2013）水産用水基準第 7 版（2012 年版），63-65.
- 2) 松谷紀明（2021）未来につなぐさけ漁業推進事業（閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験）. 平成 28 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告，61-67.
- 3) 倉本 勉・有馬健一・川上伸一・清水直人・中渡晃雄・長谷川麻里・平間真一・守山健一・世継一恵・安田冬季・安田美智代・広井 修（1988）サケ卵の発生と双体奇形の出現. 北海道さけ・ますふ化場研究報告，42 号，59-73.