

岩手県山田湾におけるサケ稚魚の海中飼育方法の改良試験

長坂剛志・岡部聖・清水勇一

Improving sea rearing method of juvenile chum salmon in Yamada Bay, Iwate prefecture

Tsuyoshi Nagasaka, Akira Okabe and Yuichi Shimizu

Abstract

In this study, we investigated effects of mesh size for rearing salmon fry during more than one month. A part of the rearing cage nets for salmon was changed to larger size under 1.5 m depth from sea surface. We measured their growth and swimming ability before and after changing mesh size. In the large mesh group, some fry escaped after changing the mesh size and then their growth and swimming ability improved after 57 days of rearing. The fork length and body weight of the control group were 83.6 mm and 4.8 g, and the large mesh group were 90.9 mm and 6.1 g, respectively. Sustained swimming speed of the control group was 40.9cm/sec, and the large mesh group was 51.7cm/sec. Prolonged swimming speed of the control group was 55.6cm/sec, and the large mesh group was 69.1cm/sec. These effects of changing to larger mesh size was assumed that the increment the amount of zooplankton influx due to improving seawater exchange efficiency and the decrease in stocking density due to the escape of some fry.

Keywords : chum salmon, sea rearing, swimming ability, growth, Yamada Bay

キーワード : サケ, 海中飼育, 遊泳力, 成長, 山田湾

はじめに

本県において、サケは人工ふ化放流によって資源造成されており、毎年4億尾の稚魚を放流してきた¹⁾。一方で回帰尾数は1999年（平成11年）以降段階的に減少しており、その要因の特定と対策が急務である。

本県のふ化場から放流されたサケ稚魚は、餌となる動物プランクトン量が減少傾向となり、幼稚魚が十分に成長できずに減耗していると考えられている²⁾。そのため、沿岸での成長を人為的に補助し、放流後速やかに離岸できる体サイズで放流することが有効と考える。また、サケふ化放流魚の生残率を高めるためには、適期に健康な稚魚を放流することが重要とされる³⁾。稚魚の質は、生化学的な指標や肥満度、海水適応力、ATP等様々な指標により評価され、遊泳力も指標として利用される^{3), 4), 5)}。放流後のサケ稚魚が生残するためには、不適環境や捕食者から逃避し、餌を捕獲する高い遊泳力が必要とされ⁶⁾、稚魚の遊泳力を把握することは重要と考えら

れる。

陸上施設での飼育には揚水量及び飼育池容積により収容能力に限りがあり、大量に大型の稚魚を生産することは難しい。また、大型化に伴う飼育期間の長期化は疾病等のリスクを高める。これまでに、陸上施設を補完する目的でサケ稚魚の海中飼育方法が開発された⁷⁾。海中飼育は、河川放流稚魚の沿岸滞泳期を人為的に管理することで、稚魚間の沿岸での食物競争を減らし、健康な稚魚を沿岸環境の好適な時期に放流する方法である。これまでに佐々木らによって、通常1ヶ月飼育する海中飼育の飼育期間を約1/4に短縮した方法が検討され、短縮した海中飼育における回帰率は通常の海中飼育よりも1.94倍高かったことが報告されている⁸⁾。通常の海中飼育の回帰率が飼育期間を短縮した方法のそれに比べて低い要因は不明であるが、他試験において、付着物により生簀網に目詰まりが生じ、生簀内外の海水交換効率が低下したことが報告されている⁹⁾。このことから、佐々木らの試験においても、同様に網目の目詰まりが生じ、海水交換効率の低下が稚魚に何らかの悪影響を与える。

た可能性がある。

そこで本試験では、飼育途中で生簀網の一部を大目化することにより、生簀内外の海水交換効率を向上させ、1ヶ月以上の飼育が稚魚の成長及び遊泳力に与える影響を調査した。

材料と方法

大目網による飼育

試験は 2021 年級で（年級は生まれ年）岩手県下閉伊郡山田町地先の山田湾において生簀（タテ 10 m, ヨコ 10 m, 深さ 4m）を織笠川河口に設置し、飼育試験を実施した。試験群は、生簀の網目を大型に改良した「試験群」、通常の網目の「対照群」を設定し、各群 30 万尾とした。対照群では、岩手県で一般的に用いられている目合い 12.63mm の生簀網（テトロンナイロンラッセル 250D 10 本 25 節）を使用した。試験群では目合い 20.20mm の網（大目網、テトロンナイロンラッセル 250D 10 本 16 節）を既存の生簀網の上側に 2m 連結した 2 段式の網とした。これにより試験群では海上部分の 0.5m を除いて水面から水深 1.5m が大目網となった。海中飼育開始時は、大目網部分を生簀の枠に結わえておき、対照群と同様の目合い部分のみが海中にある状態とした。稚魚を 1 ヶ月飼育後に大目網部分を落網して水面から水深 1.5m が大目網部分となるようにした（図 1）。また、目合いの切替え時には、網目の汚れ具合を確認した。試験用のサケ稚魚は織笠川サケ人工ふ化場で管理されたものを用いた。稚魚は平均魚体重が 1.0 g の時点で海中生簀に収容し、飼育試験を開始した。海中飼育での給餌はサケ稚魚用 EPC（日清丸紅飼料株式会社）をライトリッツの給餌率表¹⁰⁾にしたがって行った。午前は人力による手撒きで 1 回給餌し、午後は試験群及び対照群の両群に自動給餌機（福伸電気社製、餌やり名人、PFX-17DX）を併用した。午後の給餌量が自動給餌機の給餌可能上限値を超えた場合は、差分を午前中の手撒きの給餌量に加えた。

成長調査

試験魚は概ね 10 日毎に 50 尾の尾叉長及び体重を測

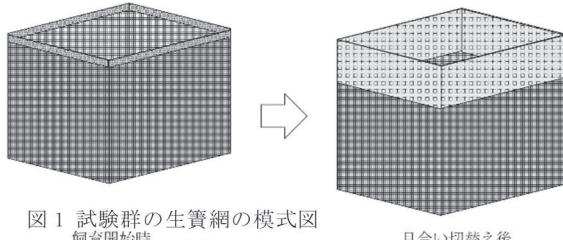


図 1 試験群の生簀網の模式図
飼育開始時

図 1 試験群の生簀網の模式図

定し、海中飼育期間中の成長を試験群と対照群で比較した。

遊泳力測定

遊泳力は、遊泳力測定装置（（有）タカツ産業社製）を用い（図 2），流速 10cm/sec で稚魚の姿勢が安定したことを確認後、流速を増加させて強制的に遊泳させた。流速は、1 秒間に 1cm/sec ずつまたは 1 分間に 1cm/sec ずつ上昇させ、遊泳ができなくなった時の流速をそれぞれ瞬間遊泳力（20 尾），持続遊泳力（5 尾）とし、試験群と対照群で比較した。



図 2 遊泳力測定装置（（有）タカツ産業社製）

結果

大目網による飼育

試験群では、目合いの切替え時において一部稚魚が網目から逃避したが、翌日以降も大半の稚魚は生簀内に残留した。また、目合いの切替え時の網目には、ノロ（珪藻類と思われる付着物）の付着が確認された。両試験群生簀収容から放流までの飼育日数は 58 日であった。

成長調査

尾叉長及び体重は、目合いの切替え後から試験群が対照群を上回る傾向が見られ、放流時には試験群が上回った（t-test, $p < 0.05$ ）（図 3）。

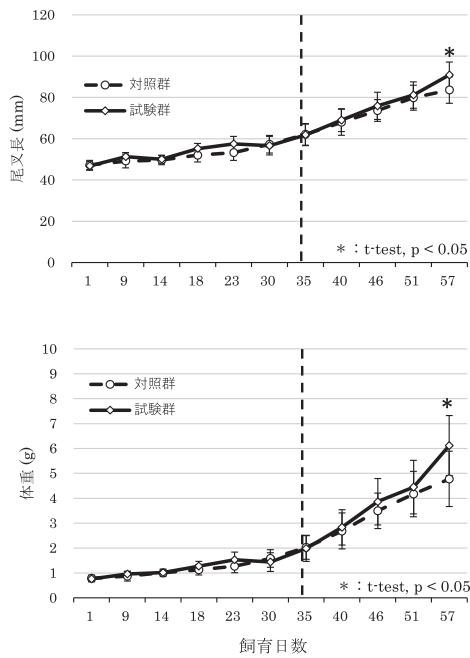


図3 尾叉長及び体重の推移（縦の点線は目合いの切替え日を示す。）

遊泳力測定

生簀収容時の持続遊泳力は対照群で 37.2 ± 3.6 cm/sec, 試験群で 31.2 ± 3.6 cm/sec と対照群が試験群を上回る傾向がみられた（図4）。その後飼育24日目には同程度であり、放流時には対照群で 40.9 ± 4.1 cm/sec, 試験群で 51.7 ± 9.2 cm/sec と試験群が対照群を上回った（Mann-Whitney U-test, $p < 0.05$ ）。瞬間遊泳力は、飼育24日目には対照群で 52.7 ± 5.8 cm/sec, 試験群で 41.8 ± 8.6 cm/sec と対照群が試験群を上回った（t-test, $p < 0.05$ ）が、放流時には対照群で 55.6 ± 14.7 cm/sec, 試験群で 69.1 ± 18.3 cm/sec と試験群が対照群を上回った（t-test, $p < 0.05$ ）。

考 察

本試験では、飼育途中で生簀網の一部を大目網に切り替えることで、稚魚の成長と遊泳力の向上がみられた。青森県では大倉らによりサケ稚魚の海中飼育試験が実施され、生簀網の目詰まりが生じるまでは生簀内に流入したプランクトンを稚魚が捕食することが観察され、胃内容物にも天然餌料がみられている⁹⁾。また、生簀網の水面下1.5~2mの範囲まで目詰まりが生じるようになり、海水交換効率が低下したとされる⁹⁾。本試験でも生簀収容1ヶ月後には水面下1.5~2m程度の網目の汚れ

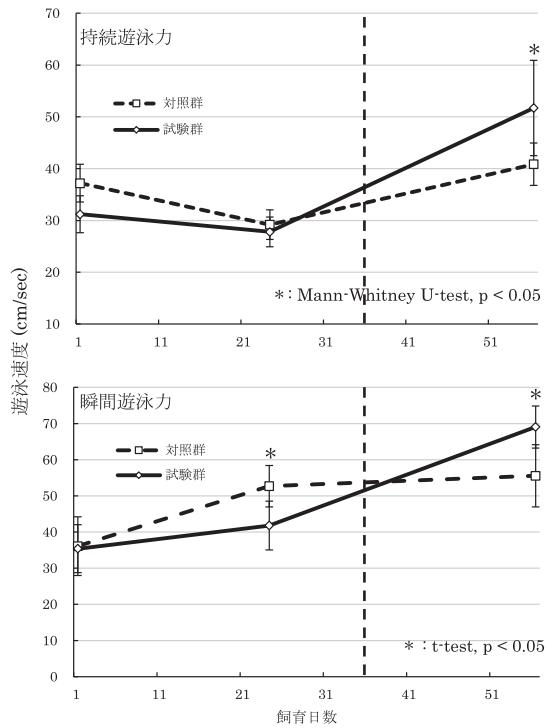


図4 持続遊泳力及び瞬間遊泳力の推移（縦の点線は目合いの切替え日を示す。）

の程度が大きく、両試験群において海水交換効率が低下していたと推察される。目合いの切替え以降の試験群では、成長が向上したことから目合いの切替えにより海水交換効率が向上し、天然餌料の流入量の増加により、稚魚の成長が向上した可能性がある。

対照群では、飼育期間の経過とともに飼育密度が上昇し、密度が稚魚にストレスを与えたことが成長と遊泳力が試験群を下回った要因と推察される。一方で試験群では、目合いの切替え以降一部稚魚の逃避により飼育密度が低下し、成長と遊泳力が向上した可能性がある。

本試験により、サケ稚魚の海中飼育において飼育途中での大目網への切り替えが、稚魚の成長・遊泳力の向上に有効であることが明らかとなった。一方で、稚魚の成長と遊泳力の向上が、海水交換効率の向上によるものか、密度の低下によるものかは不明であり、今後飼育密度等の飼育状況の把握と稚魚の体成分等について詳細な調査をする必要がある。また、大目網による海中飼育により生産・放流した稚魚の親魚としての回帰率を調査し、回帰尾数の減少に対しての有効性を検証することが必要である。

抄 錄

本試験では、サケ稚魚の海中飼育において表面から1.5mを飼育途中で大目網に目合いを切替え、1ヶ月以上の飼育による稚魚の成長と遊泳力に与える影響を調査した。試験群では目合いの切替え以降一部稚魚の逃避を確認し、1ヶ月以上の飼育によって成長及び遊泳力の向上がみられた。その要因として、海水交換効率の向上による天然餌料の流入量の増加と一部稚魚の逃避による飼育密度の低下が影響した可能性が考えられた。

謝 辞

本試験を行うにあたり、平澤英樹氏、福士晃弘氏のほか三陸やまだ漁業協同組合の皆様には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

なお、本試験は、水産庁委託さけます等栽培対象資源対策事業を受けて実施した。

文 献

- 1) 小川元・清水勇一：東日本大震災からの岩手県さけ増殖事業の復興と資源回復の課題. *Nippon Suisan Gakkaishi* 78 (5), 1040-1043 (2012).
- 2) 川島拓也・清水勇一・太田克彦・山根広大：III-3. 三陸沿岸におけるサケ幼稚魚の分布、生息環境と親魚回帰. *Nippon Suisan Gakkaishi* 84 (5), 928 (2018).
- 3) 関二郎：さけます類の人工孵化放流に関する技術小史(放流編). *Journal of Fisheries Technology*, 6 (1), 69-82, (2013).
- 4) N Misaka, S Mizuno, D Ando, T Koyama, T Teranishi and N Koide: Effects of cottonseed oil in diets on growth, feed efficiency and health parameters of chum salmon *Oncorhynchus keta* fry. *Sci.Rep.Hokkaido Fish. Res. Inst.*, 85, 25-32 (2014).
- 5) 虎尾充・宮本真人・小林美樹：魚油添加飼料の給餌がサケ稚魚の遊泳力発達と捕食回避に与える効果. *Sci.Rep.Hokkaido Fish. Res. Inst.*, 100, 47-54 (2021).
- 6) S Urawa, TD Beacham, M Fukuwaka, and M Kaeriyama: Chaptar2, Ocean Ecology of Chum Salmon. *The Ocean Ecology of Pacific Salmon*

and Trout, 161-317. (2018).

- 7) 飯岡主税：岩手県山田湾における海中飼育放流試験から、海中飼育放流技術による稚魚減耗の抑制昭和52年度報告, 33-35. (1978).
- 8) ミニシンポジウム記録 三陸サケ回帰率向上のための放流技術開発, 4. 稚魚の生残性や成長率、親魚の回帰率による評価：佐々木系・清水勇一・八谷三和・長倉義智・二階堂英城: *Nippon Suisan Gakkaishi* 84 (5), 948 (2018).
- 9) 小倉大二郎・高橋邦夫・早川豊・尾坂康・中西広義・五十嵐照明・佐藤宇紀子：シロザケ海中飼育・放流技術開発試験. 青水増事業概要 第9号, 166-175, (1980).
- 10) E Leitritz,: Trout and Salmon Culture (Hatchery Methods). *Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull.* 107, 196 (1959).