

(2) 人工種苗を用いた若狭の鯖養殖実用化研究

児玉 敦也・田中 直幸

1 緒言

福井県では、へしこや浜焼きサバ等、伝統的なサバ食文化が根ざし、特に嶺南では「鯖街道」を通じて京都等に供給するなど歴史的な食文化の素材として非常に重要な魚種であり、福井県を代表する誘客素材の一つとして位置づけられる。近年、天然サバの漁獲が低迷する一方で、食文化の歴史的背景をもとに需要は高まっており、良質なサバの安定供給が強く求められていることから、養殖による計画的な生産が必要である。

現在、小浜市において養殖が進められているが、種苗の確保、成長、魚病対策等、多くの課題があることから、養殖によるサバの安定供給を目指し、種苗から養殖生産まで一貫した技術開発を行ってきた。種苗の安定供給を実現するためには人工種苗による養殖技術の確立が必要であるが、養殖期間が長いなどの問題がある。本事業では、人工種苗による養殖を確立させるため、養殖期間を短縮することを目指して早期採卵技術の開発、生産時期の検証および給餌技術の開発を行っている。

2 早期採卵・種苗生産技術の開発

1) 目的

福井県では、従来は自然水温に合わせて5~6月にかけてマサバの採卵を行ってきた。その場合には、7~8月の高水温期に種苗を沖だしすることになる。高水温時は現場ではへい死予防のために給餌量を抑えている。また、8~9月はハダムシの1種 *Neobenedenia girellae* の寄生がみられることがあり、沖だし直後の体サイズの小さなサバ種苗に被害を与えることがある。そのため、早期採卵を行うことで春期に種苗を沖だしできれば、給餌制限を行わずに済むためより速い成長が望めるとともに、従来と比べて大きなサイズで高水温期を迎えることでハダムシによるへい死を軽減できる可能性がある。これらのことから、福井県では令和3年より早期採卵に取り組んでいる。本試験では従来より3か月程度早い3月ごろの採卵が可能かを検証した。

2) 方法

(1) 早期採卵試験

親魚の早期成熟を促すために加温および電照を行って飼育を行った。この際の試験区ごとの水温条件を表1に示す。試験は令和3年12月15日より行った。飼育水槽は、対照区ではFRP製角形水槽(水量11kL)、加温区では角形コンクリート水槽(水量11kL)を使用した。試験魚は対照区は75尾、加温区1は70尾、加温区2は15尾を使用した。加温区2の試験魚15尾については、飼育開始から34日後までは対照区水槽で飼育を行い、それ以降は加温区1と同じ水槽に移して加温飼育を行った。飼育期間中の水温は図1のとおりとなった。飼育期間中は週3回冷凍オキアミを飽食給餌した。

採卵については前年度までと同様の手法で人工授精を行った。また、採卵前にカニューレションにより卵巣卵径の測定を行った。

表 1 試験区ごとの水温条件

飼育日数		0-34 日目	34 日目以降
設定水温	対照区	自然水温	自然水温
	加温区 1	14℃	16℃
	加温区 2	自然水温	16℃

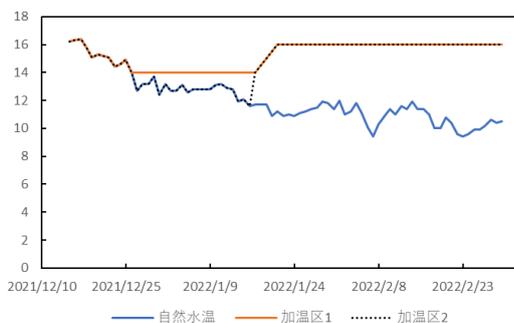


図 1 各試験区の水温変動

(2) 早期種苗生産

早期採卵試験で得られた卵を使用して種苗生産試験を実施した。1 回次採卵分については浮上卵が得られなかったため生産は実施しなかった。2 回次採卵分については浮上卵計 1.3 万粒を 4 kL 水槽 1 面に收容して飼育を行った。3 回次採卵分については浮上卵計 6.4 万粒を 11 kL 水槽 2 面に收容して飼育を行った。餌料については、仔稚魚の成長に合わせて S 型シオミズツボウムシ（以下、S 型ワムシ）、アルテミア、冷凍コペポーダおよび配合飼料を給餌した。S 型ワムシはスーパー生クロレラ V12（クロレラ工業製）で栄養強化して給餌した。アルテミアは 28℃で 24 時間かけてふ化させて、ハイパーグロス（マリンテック）もしくはスーパーマリングロス（マリンテック社製）で 5 時間栄養強化したものを給餌した。配合飼料はアンブローズ 100～d1.5（フィードワン製）を使用した。30 日齢までは 24 時間電照を行った。電照中は 1～4 時間おきに配合飼料の給餌を行った。飼育期間中の水温は 15.5～22.9℃であった。期間中は 14 時間明期、10 時間暗期で長日処理を行った。

3) 結果および考察

飼育開始から 76 日目に行ったカニユーレの結果を図 2 に示す。加温区はいずれも成熟の目安とされる 600 μm を超えていた。そのため、採卵は可能であると判断して採卵を行った。検定の結果、すべての試験区で開始時との有意差があり、加温区 2 と対照区の間でも有意差がみられた (Tukey-Kramer test, $p < 0.05$) ため、加温区 1 および 2 の間で成熟に差はなく、加温期間の短い加温区 2 の条件のほうがコスト的に優れていると考えられる。一方で、対照区においても 600 μm を超えている個体も見られており、加温せずに電照を行うだけでも成熟はある程度進むことが示された。今後は卵巣卵径だけでなく、生殖腺重量等を指標として加えることでより詳細に成熟条件の検証を行っていく。

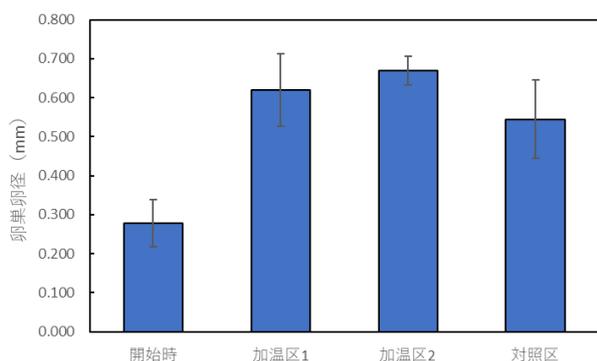


図2 卵巣卵径測定結果

早期採卵の結果を表2に示す。表2中のふ化率は総卵数に対するふ化数の割合である。1回次採卵は39.4万粒が採卵できたが、浮上卵を得ることができず廃棄した。しかし、ピーカーで保管していた一部の卵がその後発生し、ふ化率は21%であった。このようになった原因については不明であるが、浮上しなかった卵についても今後は、発生率等を確認するべきであると考えられる。2、3回次については、浮上卵を分離できたためそれを使用して種苗生産を行った。

表2 早期採卵結果

	1回次	2回次	3回次
採卵日	3月2日	3月16日	3月30日
オス尾数	3	3	3
メス尾数	10	5	5
総採卵数	394000	35000	401500
浮上卵数	0	13000	64000
ふ化率(%)	21	9.3	15.3

早期種苗生産の結果を表3に示す。計数を行った5月12日の時点で2回次分が平均体重12.5g、3回次分が6.4gであった。3回次の生残率が4%と低くなったが、これは生産初期に設備の故障により、一時的に水温が低下したことが影響したと推測される。生産した種苗については、各種飼育試験に供した。本試験の結果から、早期採卵により3月に採卵および種苗生産することは可能であることが明らかとなった。今後はさらに採卵技術を向上させるとともに、早期採卵の効果検証を行う必要がある。

表3 早期種苗生産結果

	2回次	3回次
収容卵数(万粒)	1.3	6.4
ふ化尾数(万尾)	0.9	5.8
生残尾数(万尾)	0.15	0.22
生残率(%)	17	4

3 通常期種苗生産試験

1) 目的

試験研究で使用するマサバ種苗を生産するため、自然水温に合わせた種苗生産を実施した。

2) 方法

採卵は人工授精で行い、令和4年5月18日にホルモンの打注を行い、5月20日に採卵を行った。そこで得られた浮上卵計43.1万粒を50 kL水槽1面および4 kL水槽4面に収容して飼育を行った。餌料については、早期種苗生産試験と同様に仔稚魚の成長に合わせてS型ワムシ、アルテミア、冷凍コペポードおよび配合飼料を給餌した。飼育期間中の水温は17.2~25.3℃であった。

3) 結果および考察

通常期種苗生産の結果を表4に示した。すべての水槽で生残率は14%程度となった。計数を行った7月8日時点で平均体重7.0gで出荷サイズとなった。生産した種苗については各種飼育試験に供した。

表4 通常期種苗生産結果

	50 kL 水槽	4 kL 水槽	計
面数	1	4	5
収容卵数(万粒)	40	3.1	43.1
ふ化尾数(万尾)	5.8	2	7.8
生残尾数(万尾)	0.8	0.27	1.07
生残率(%)	13.8	13.5	13.7

4 高成長を目指した飼育試験

1) 目的

小浜市におけるマサバ養殖ではエクストルーダー飼料（EP飼料）が主に使用されている。EP飼料では複数の魚種で油脂量を調整してカロリー・タンパク質比（CP比）を適正化することで飼料効率等が改善することが報告されている^{1)~3)}。マサバでも同様の報告があり⁴⁾、高水温期に適正なCP比は77前後であるとされている。また低水温期でも報告があるが、大分県で実施されているため水温が12.6-22.0℃となっており、福井県での養殖現場の低水温期と比較して高い水温帯で試験が行われている⁵⁾。そのため、福井県の養殖環境に合わせて検証を行うことでEP飼料の適正化を行い、高成長な給餌技術を開発することを目的に試験を実施した。

一次試験では、油脂量を変えた飼料を使用して飼育試験を行い、成長について評価を行った。試験は高水温期および低水温期の2回行った。二次試験では、一次試験で得られた知見を基に油脂量を調節して周年飼育を行い、成長、生残およびコストの検証を行っている。

2) 方法

(1) 高水温期

高水温期の試験では、マアジ用のクランブルEP飼料（フィードワン社、マアジ黄金C4）に魚油（植田製油、スケソウダラ脱酸油）を添加して試験区用飼料とした。魚油の添加量は外割重量比で3%、6%および9%とした。対照区は魚油を添加せずにそのまま給餌した。給餌は原則週5回、手まきで飽食量まで行った。試験は2反復で行った。飼育期間は令和4年6月9日から8月15日であった。飼育期間中の飼育水温は19.9-29.7℃であった。

試験魚は令和4年3月に生産した種苗を使用した。1 kL水槽に30尾ずつを使用して飼育を行った。飼育水はろ過海水をかけ流しで使用し、換水率は10回転/日とした。

(2) 低水温期

低水温期の試験では、海産魚用EP飼料（フィードワン社、アンブローズd4）に魚油（植田製油、スケソウダラ脱酸油）を添加して試験区用飼料とした。魚油の添加量は外割重量比で3%および

6%とした。対照区は魚油を添加せずにそのまま給餌した。給餌は原則週5回、手まきで飽食量まで行った。試験は2反復で行った。飼育期間は令和5年1月19日から3月15日であった。飼育期間中の飼育水温は10.3-13.3℃であった。

試験魚は令和4年6月に生産した種苗を使用した。1 kL水槽に30尾ずつを収容して飼育を行った。飼育水はろ過海水をかけ流しで使用し、換水率は10回転/日とした。

2) 結果および考察

高水温期の結果を表4に、低水温期の結果を表5に示した。高水温期は魚油6%添加区(脂質約12%)の飼料がもっとも飼料効率が良くなった。これは既報4)の結果とも一致しており、高水温期の最適な脂質は12%前後であると考えられる。低水温期の試験では6%添加区(脂質推定15%)の飼料が最も飼料効率が高かった。既報5)では脂質11.4%、14.8%および18.0%では成長に大きな差はないとされているが、本試験ではより低い水温で試験を行っており、日間摂餌率が低くなっていた。そのため、単位重量当たりのエネルギー量が高くなる脂質の多い飼料が成長により有利となり、高脂質のものの飼料効率が高くなった可能性がある。

表4 高水温期試験結果

試験区	対照区	魚油 3%添加	魚油 6%添加	魚油 9%添加
飼料効率 (%)	28.9	31.3	42.1	32.0
生残率 (%)	87.5	87.5	93.8	88.8
日間増重率 (%)	0.56	0.62	0.71	0.68
日間給餌率 (%)	1.61	1.60	1.64	1.54

表5 低水温試験結果

試験区	対照区	3%添加区	6%添加区
飼料効率 (%)	-9.9	4.0	32.9
生残率 (%)	81.7	98.3	98.3
日間増重率 (%)	0.01	0.01	0.12
日間給餌率 (%)	0.09	0.12	0.13

5 参考文献

- 1) 示野 貞夫, 細川 秀毅, 竹田 正彦, 梶山 英俊 (1980) 配合飼料のカロリー・タンパク質比がハマチの成長, 飼料効率および体成分に及ぼす影響、日本水産学会誌 46(9): 1083-1087
- 2) 八木 秀志, 松岡 学, 山本 賢治, 神内 雅史, 細川 秀毅 (2005) ホシガレイ *Verasper variegatus* の成長, 飼料効率および体成分に及ぼす飼料タンパク質およびエネルギー含量の影響、水産増殖 53(4):433-438.
- 3) 木村 創 (1996) カンパチ2才至適C/P比の検討、和歌山県水産増殖試験場報告 28:38-41
- 4) 朝井 隆元, 佐藤 公一 (2002) かん水養殖に関する指導研究事業、マサバ人工種苗養殖試験、平成14年度大分県海洋水産研究センター事業報告 111-114.
- 5) 朝井 隆元 (2005) 低水温期のマサバ当歳魚の成長および体成分に及ぼす飼料のカロリー・タンパク質比の影響、大分県海洋水産研究センター調査研究報告、6: 15-18