

クロマグロ種苗生産の技術開発の取り組み ～共食い軽減に向けて～

長崎県総合水産試験場 種苗量産技術開発センター

魚類科 主任研究員 吉川 壮太

長崎県では平成 20 年 3 月に「長崎県マグロ養殖振興プラン」（平成 26 年 7 月に改訂）を策定し、養殖用種苗の確保や養殖漁場の設定等に対する支援を行っています。その結果、平成 27 年における生産量 4,128 トン、生産額 114 億円はいずれも全国一位となり、本県養殖業の主力魚種にまで成長しました^{1, 2)}。総合水産試験場では養殖振興のための技術支援として、養殖用クロマグロ種苗の安定供給を目指した人工種苗の生産技術開発に取り組んでいます。

種苗生産における問題点

クロマグロの種苗生産では、仔稚魚飼育時における生残率の向上が大きな課題です。ふ化仔魚から全長約 5 cm までの生残率が 50 %以上見込めるマダイやトラフグに比べて、同サイズでのクロマグロの生残率はわずか 1 %程度と極めて低いことから、本種の種苗生産の難しさが伺い知れます。この生残率の低さには成長に伴って、①浮上死、②沈降死、③共食い、④衝突死といった主に 4 つのへい死要因（表 1）が関わっており、これらの課題解決に向けた飼育試験に取り組んできました。これらのうち浮上死や沈降死、衝突死に関しては水流や通気方法等の改善により飼育に適した環境条件が明らかになりつつあり、ある程度の軽減が可能となりました。一方、共食いに関しては効果的な対策がなく、共食いを軽減する飼育技術の開発が課題として残されていました。

そこで総合水産試験場は、平成 24 年から 28 年の 5 ヶ年間、国立研究開発法人水産研究・教育機構を中核機関とする農林水産技術会議委託プロジェクト研究（以下、プロジェクト研究）に参画し、クロマグロ仔稚魚期における減耗を軽減する技術開発に取り組んできました。今回はプロジェクト研究で得られた技術成果について、その概要を報告します。

従来の餌料系列

プロジェクト研究前に採用していた餌料系列を図 1 に示しました。初期餌料として L 型ワムシやアルテミアを用いることは他の魚種と同様ですが、その後にシロギスふ化仔魚を与えることが特徴です。一般に、全長 10 mm 前後のクロマグロ稚魚は人工配合飼料に対する消化能力や嗜好性が低いため、これらの能力が高まり、配合飼料のみ

での飼育が可能となるまでを補完する「つなぎ」の餌が必要でした。他の生産機関ではマダイやイシダイのふ化仔魚を「つなぎ」の餌とする事例がありますが、これらの魚種では、産卵行動を促すために長期間に渡る水温管理が必要であり、加温・冷却施設整備や光熱費など飼育コストがかかることが欠点でした。総合水産試験場では独自の取り組みとして、本県沿岸域に生息し、クロマグロの種苗生産時期と産卵期が一致するシロギスに着目しました。シロギスは7月から10月までの4ヶ月間、通常の海水温による飼育で毎日産卵を行い³⁾、得られたシロギスのふ化仔魚を大量にクロマグロ稚魚に供給することが可能です。この方法の採用により、平成20年以降は数千尾単位での人工種苗の生産が可能となりましたが、この時点での生残率は1%に満たず、15日齢前後から著しくなる共食いへの対策が大きな課題として残りました。

小規模試験による餌料系列の検討

餌料系列は種苗生産の基本であり、餌の種類や給餌のタイミングは仔稚魚の成長や生残に大きく影響する飼育環境の一つです。プロジェクト研究では、他魚種に較べて特に魚食性が高いクロマグロの食性を考慮して、新たな餌料系列を検討する小規模試験を実施しました。試験には、12日齢のクロマグロ仔魚（全長約6.5mm）を用いました。12日齢から16日齢にかけて、以下の3通りの餌料系列とする試験区をそれぞれ2水槽ずつ設け、1水槽あたり450尾ずつのクロマグロ仔魚を収容しました。

- ①区 ワムシ、アルテミア、ふ化仔魚を併用して給餌する水槽（従来の餌料系列）
- ②区 アルテミアのみを単独給餌する水槽
- ③区 ふ化仔魚のみを単独給餌する水槽

16日齢以降は全水槽ともにふ化仔魚の単独給餌とし、23日齢で全個体を取上げて全個体の全長を測定しました。なお試験期間中は、毎日底掃除により死魚を回収して生残率を算出しました。

生残率の結果を図2に示しました。試験終了時では③区が39.9%と最も高く、次いで①区が19.1%、②区が3.4%となり、③区は①区（従来の餌料系列）よりも2倍以上に高くなりました。また全長では①区 19.5 ± 0.2 mmと③区 19.1 ± 0.2 mmがほぼ同じサイズでしたが、②区 16.9 ± 0.5 mmが明らかに小さくなりました（図3）。これらの結果から、少なくとも12日齢（全長6.5mm）からシロギスふ化仔魚単独での飼育が可能であり、従来の餌料系列より、ふ化仔魚の単独給餌による飼育方法での生残率が向上することが明らかになりました。また、他魚種の種苗生産では餌料として重要なアルテミアは、クロマグロ仔稚魚では価値が低いことが示唆されました。

大型水槽による実証試験

小規模試験の結果を参考にして、大型水槽を用いて実証試験を行いました。100 kL水槽2面にクロマグロ受精卵約50万粒ずつを収容し、11日齢までは2水槽ともL型

ワムシを給餌しました。12日齢（全長約7.7 mm）から16日齢にかけて、従来の餌料系列であるワムシ、アルテミア、シロギスふ化仔魚を併用して給餌する区（対照区；小規模試験の①区に相当）と、ふ化仔魚単独飼育とする区（試験区；小規模試験の③区に相当）を設け、それぞれ条件を変えて飼育しました。16日齢以降は両区ともふ化仔魚の単独給餌とし、20日齢から配合飼料を給餌しました。試験は34日齢まで実施し、全ての生残個体を取り上げて計数しました。20日齢に30尾ずつサンプリングして全長を測定するとともに、23日齢以降は底掃除により死魚を計数し、取上げ尾数から逆算して生残率を算出しました。

20日齢における体サイズ組成を比較したところ、対照区では試験区で見られなかった全長20 mm以上の大型個体が発見（図4）、この時期より大型個体が小型個体を攻撃する共食いが観察されました。生残率の結果を図5に示しました。30日齢における生残率は試験区が15.5%、対照区が8.7%となり、大型水槽でも小規模試験と同様にふ化仔魚単独飼育により生残率が向上することが明らかとなりました。これらのことから、12日齢からふ化仔魚単独給餌とすることで大型個体の出現を抑制し、共食いが軽減されたことが示されました。

おわりに

プロジェクト研究により開発した新たな餌料系列（図1）を導入した結果、総合水産試験場のクロマグロ種苗生産実績は飛躍的に向上しました（図6）。平成27年には全長約50 mmの種苗41,792尾を生産して生残率は平均4.6%となり、生残率が1～3%とされる国内大手の種苗生産機関と較べても遜色ない水準に達しました^{4, 5)}。

総合水産試験場で開発した種苗生産技術は、県内の民間種苗生産機関に技術移転することを目標としています。平成28年からは、県内種苗生産機関の施設の形状や規模に適用できる技術開発に取り組んでいます。今後も全国一位の養殖クロマグロの産地としての地位を維持し、さらなる発展に寄与するためにも、人工種苗の安定生産技術の開発に努めてまいります。

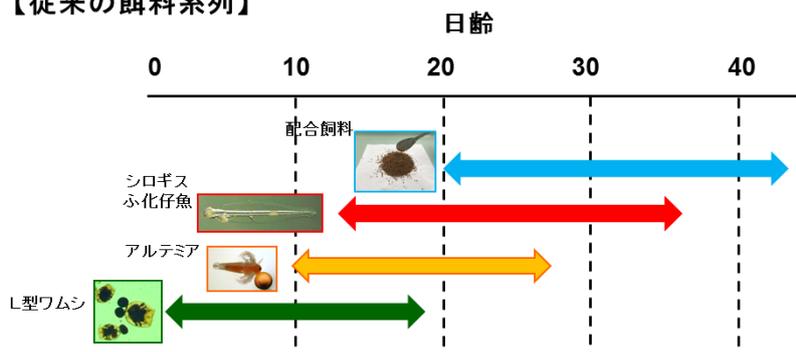
参考文献

- 1) 農林水産省. 平成27年漁業・養殖業生産統計（2017）.
- 2) 農林水産省. 平成27年漁業産出額（2017）.
- 3) 門村和志. クロマグロの種苗生産技術について. 漁連だより, 167, 12-13（2009）
- 4) 岡雅一. 養殖用人工種苗の量産技術開発と養殖技術開発の展望. JATAFF ジャーナル, vol.4 No.10（2016）
- 5) 升間主計. 中間育成事業, 認証制度など体制を強化する近畿大学. 月刊養殖ビジネス, 685, 16-17（2017）

表1 クロマグロ種苗生産時に見られる減耗要因

	へい死 要因	発生 時期	発生 サイズ	概 要	対 策
①	浮上死	ふ化直後 ~2日齢	~3mm	仔魚が水面近くに浮上した際、表面張力によって空気面に接触して死亡すること。	●水面に留まらないような水流の形成
②	沈降死	3日齢 ~10日齢	3mm ~7mm	仔魚が遊泳しない夜間に、仔魚自身の比重が重くなることにより底面に沈んで死亡すること。	●夜間強通気等による底面への沈降を防ぐ水流の形成 ●夜間照明の実施
③	共食い	15日齢~	15mm~	稚魚の魚食性が高まり、大きな個体が小さな個体を捕食すること。	???
④	衝突死	30日齢~	50mm~	遊泳力が発達し、突発遊泳時に水槽壁面等に衝突して死亡すること。	●稚魚を驚かせないような飼育管理 ●遊泳力が発達する前の海面冲出し

【従来の餌料系列】



【新しい餌料系列】

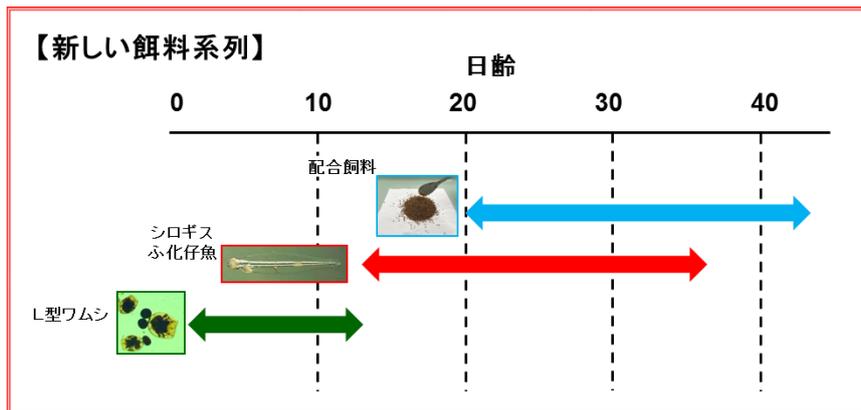


図1 従来の餌料系列（上段）と新たに開発した餌料系列（下段）

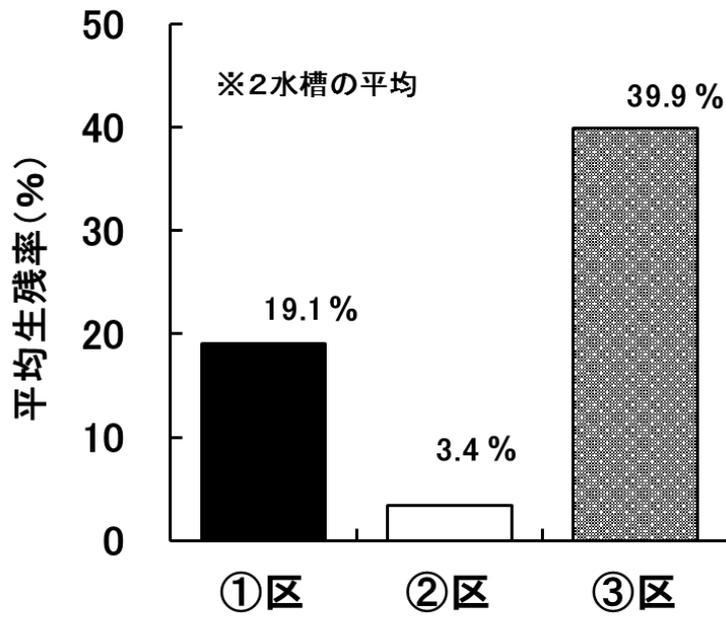


図2 小規模試験の終了時における生残率の比較

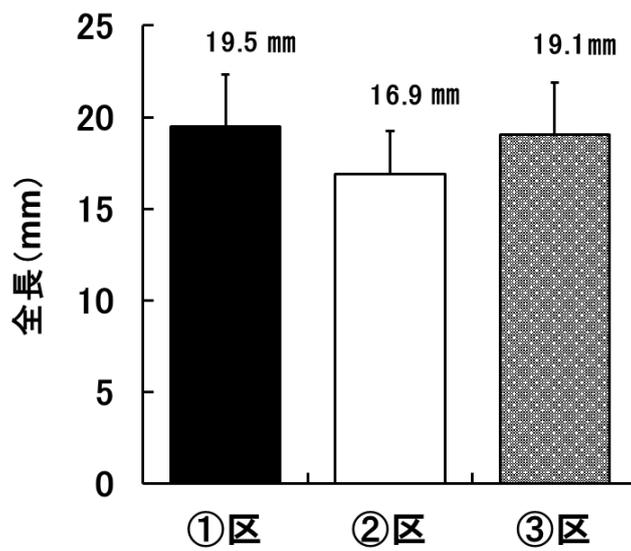


図3 小規模試験の終了時における全長の比較

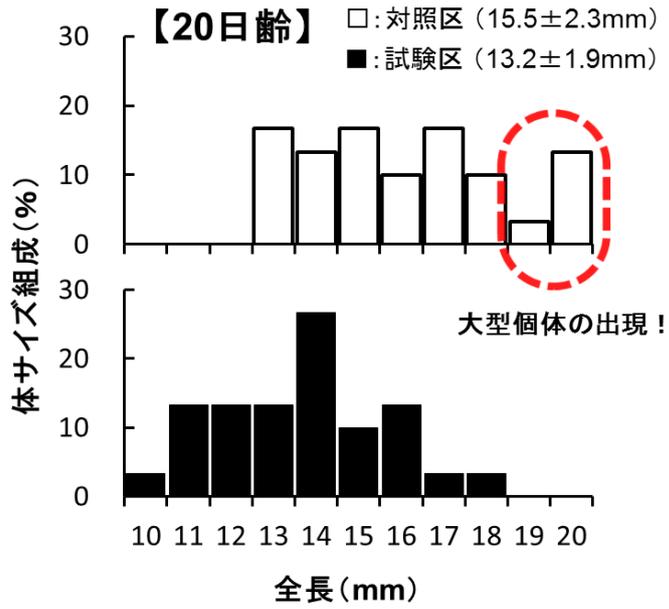


図4 実証試験の20日齢における体サイズ組成

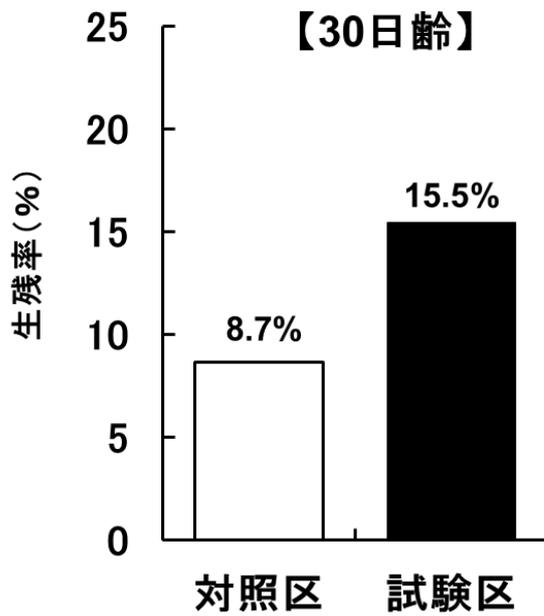


図5 実証試験の30日齢における生存率の比較

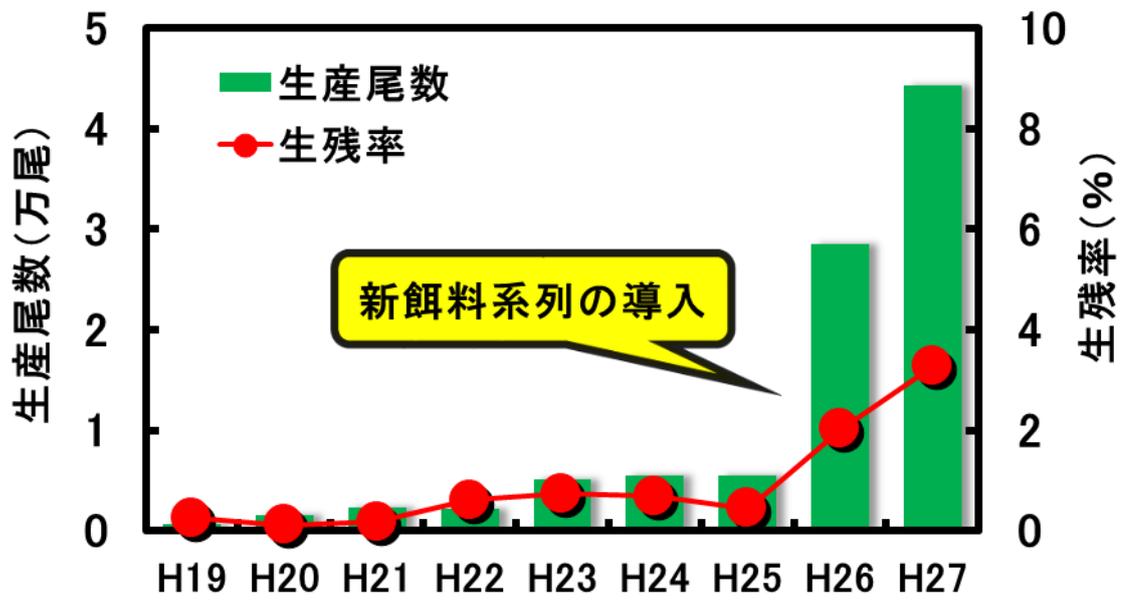


図6 総合水産試験場におけるクロマグロ種苗生産実績の推移