

種苗量産技術開発センター魚類科の取り組み

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 科長 山田 敏之

長崎県総合水産試験場では、全国に先駆けて魚類の種苗生産技術開発に取り組み、これまでにマダイ、トラフグ、マハタ等30種類を超える魚種の種苗生産技術開発を行ってきました。これらの取り組みによって、放流や養殖用種苗を大量に生産する技術は実用レベルに達し、県内種苗生産機関に技術移転を図ってきたところです。現在、大量生産の技術は整ってきたので、さらに放流や養殖を効果的に進めるための種苗の質の向上が課題となっています。そのため形態異常の発生防除技術の開発など種苗生産技術をブラッシュアップすること等により種苗の質の向上に取り組んでいます。また、本県産種苗や養殖魚の付加価値向上を図るため、新しいアプローチとして性コントロール技術を含めた育種技術開発にもチャレンジしています。そこで今回は、水産試験場における、魚類種苗生産技術開発のこれまでの取組と、現在取り組んでいる新たな技術開発について紹介します。

1. 種苗生産技術開発について

1) 過去の主な成果(表1)

まず、これまでに種苗生産技術開発に取り組んだ代表的な魚種を紹介します。

マダイ(昭和46～52年度):当時人工種苗の生産過程における大きな課題であった脊柱彎曲症の出現について、鰓(うきぶくろ)の形成不全が原因であることを明らかにしました。さらに仔稚魚の生残と発育にとって高度不飽和脂肪酸、特にEPAとDHAが必須の栄養素であることを解明することで(東京海洋大学と共同研究)、全国に先駆けて量産技術開発に成功しました。昭和53年度からは県栽培漁業センター等に技術移転を行い、平成22年度時点での県内種苗生産機関数は5機関、種苗生産実績は304万尾に達しています。

シマアジ(昭和60～平成元年度):当時は画期的な、ソーラーパネルを用いた調温親魚水槽での産卵誘導による自然産卵試験、種苗生産技術開発を行い、昭和60年度には6万尾の種苗を生産することができました。さらにこの施設では、ヒラマサおよびカンパチの産卵誘導試験、種苗生産技術開発を行い、ヒラマサについては平成5年度に4.9万尾の種苗を生産しています。

トラフグ(昭和52～平成9年度):天然親魚の漁獲尾数が減少し受精卵の安定確保が難しくなってきたことから、養成親魚からの採卵技術を開発し、県内種苗生産機関に技術移転しました(九州大学との共同研究)。この技術によって、県内種苗生産機関による種苗生産尾数は全国1位(60%以上のシェアを占める)となり、それに伴い、養殖生産量も全国1位となっています。22年度時点では、県内種苗生産機関9機関で、821.8万尾を生産しています。

カンパチ(平成元～12年度):平成元年度からシマアジとおなじソーラーパネルを用いた調温親魚水槽を用いた産卵誘導技術および種苗生産技術開発に取り組みました。なお、現在の総合水産試験場に移転後の平成12年度には、初めて10万尾を超える12.5万尾の種苗を生産することができました。

マハタ(昭和60～平成20年度):ハタ類の種苗生産技術を安定させる上でウィルス性神経壊死症(VNN)対策が、当初最大の課題でした。これには、総合水試養殖技術科の協力も得て防疫対策の徹底を図りました。親魚からの垂直感染を防ぐため、PCR検査を実施しVNN原因ウィルス未検出個体のみを人工授精に使用しました。さらに、水平感染を防ぐために飼育用水等にはすべて紫外線殺菌海水を使用し、さらに飼育水槽ごとに隔離障壁を設け作業員によるVNN原因ウィルスの持込を極力排除しました。このような取り組みにより、VNN対策に成功、その量産技術に目処を得て、(株)長崎県漁業公社や長崎市に技術移転を行なうことができました。

ホシガレイ(平成8～22年度):天然親魚からの受精卵の安定確保が難しかったことから、ホルモン処理による採卵技術を開発し、これにより受精卵の大量確保が可能となりました。飼育においては、ふ化仔魚の沈降死対策として、ふ化仔魚管理技術を開発しました。その結果、10万尾レベルの量産技術を確立し、県栽培漁業センターに技術移転することができました。また、ホシガレイでは、種苗の有眼側白化が大きな問題でした。これに対して、仔魚期のアルテミア給餌開始時期と白化個体の出現率との関係を検討した結果、仔魚の脊索末端が上屈をはじめめる時期以降にアルテミアの給餌を開始することにより白化個体の出現頻度が小さくなることを明らかにしました。この技術的な改善により、量産過程において有眼側白化はほとんど問題とならないレベルにまで低減することができました。

オニオコゼ(昭和63～平成19年度):飼育初期の大量減耗が大きな課題でしたが、飼育環境(水槽の形状)や受精卵の由来(卵質)等の条件を検討して、10万尾レベルの量産技術を開発することができました。この技術は、県栽培漁業センター等県内種苗生産機関に技術移転をおこないました。平成22年度現在、オニオコゼ種苗生産を行なう県内種苗生産機関は4機関で、計33.8万尾を生産しています。

表 1. 長崎県（総合）水産試験場における魚類種苗生産技術開発魚種

No.	魚種	S46	S50	S55	S60	H元	H5	H10	H15	H20	最高生産尾数 (千尾)
1	マダイ	←→									490
2	イシダイ	←→									280
3	ブリ	←→						←→			317
4	スズキ	←→									10
5	メナダ	←→									100
6	アユ	←→									420
7	ヒラメ	←→									279
8	トラフグ	←→									388
9	マコガレイ	←→	←→								200
10	アイゴ	←→	←→								2
11	クロダイ	←→	←→								140
12	カサゴ	←→	←→				←→				233
13	マアジ	←→	←→								18
14	カワハギ	←→	←→							←→	15
15	イサキ	←→	←→								200
16	ヘダイ	←→	←→								20
17	キジハタ	←→	←→								4
18	キス	←→	←→							←→	150
19	ウスバハギ	←→	←→								0.2
20	シマアジ	←→	←→								60
21	メバル	←→	←→								300
22	ヒラマサ	←→	←→						←→		49
23	マハタ	←→	←→						←→	←→	70
24	クエ	←→	←→						←→	←→	310
25	オニオコゼ	←→	←→						←→	←→	97
26	カンパチ	←→	←→						←→	←→	125
27	マゴチ	←→	←→						←→	←→	235
28	ホシガレイ	←→	←→						←→	←→	240
29	アカアマダイ	←→	←→						←→	←→	52
30	クロマグロ	←→	←→						←→	←→	5
31	コウライアカシタビラメ	←→	←→						←→	←→	28
32	メイトガレイ	←→	←→						←→	←→	15

2) 現在の主な取り組み魚種

(1)クエ:クエは主にアラ縄で漁獲される高級魚で、県内では70t以上の水揚げがあります。県内各地から種苗放流に対する要望が強く、また、近年は陸上養殖の対象魚種としても期待されています。クエ種苗生産技術開発における大きな課題として、①ウィルス性神経壊死症 (VNN) 対策②ふ化直前からふ化後10日目までの受精卵・仔魚の沈降死による初期大量減耗



図 1. クエの稚魚

③形態異常対策があげられます。このうち、①のVNN対策は、マハタ種苗生産技術開発の過程で培った防疫対策技術を適用することで、種苗生産過程でのVNN発症による大量へい死は、近年ほとんど起こらなくなっています。②の沈降死は、ふ化直前の受精卵・ふ化後10日目までの仔魚が水槽底面に沈降し、この状態が続くとそのままへい死してしまう現象です。このような状態を放置すると、多くの仔魚が底面に接地した状態へい死し大量減耗につながり、この時期に70%の仔魚がへい死してしまうこともありました。そこで、卵と仔魚が水槽底面に沈降せず、かつ受精卵や仔魚にダメージを与えないような水の流れを作り出すため、平成21年度からは水中ポンプや通気を駆使して、そのような流れをつくりだすことに成功し、ふ化後10日の初期生残率を70%にまで向上させることができました。これらの成果によりクエ種苗量産技術は飛躍的に向上し、平成21年度からは数十万尾レベルでの量産に成功しています（平成21年度：23万尾、平成22年度：31.7万尾、平成23年度：27.3万尾、平成24年度：14.2万尾）。3年連続

で20万尾以上の生産は全国一の生産実績です。

しかし、20万尾台の量産に初めて成功した平成21年度には、形態異常魚が高頻度(73%)で認められました。このとき形態異常は、主に、首が上側に反り返って見える前彎症と呼ばれる脊椎骨異常でした。マダイでは鰾の形成不全(仔魚期の鰾へのガスの取込み不全)が「前彎症」の発生原因であり、また、鰾の形成不全は飼育水面の”油膜“を除去することで防ぐことができることが知られていました。そこで、飼育水面から効率的に油膜を除去する技術を開発し、油膜

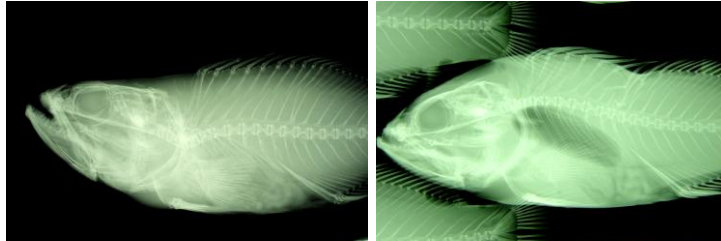


図 2.クエの形態異常(左:前彎症, 右:背鰭陥没)

の除去を徹底しました。その結果、仔魚期の開鰾率は飛躍的に向上し、平成23年度には0~8%にまで低減することができ、前彎症の発生を防除することができました。しかし、その後「背鰭陥没」と呼ばれる背部が陥没する形態異常(平成24年度:16~34%の出現率)が表面化し問題となっています。現在、この形態異常に対して仔魚期の栄養の観点から対策に取り組んでいます。残された課題の解決を図りながら技術の確立を目指します。

(2)クロマグロ: 平成19年度から本種の種苗生産技術開発に取り組んでいます。受精卵は独立行政法人水産総合研究センターおよび民間企業から提供を受け、これら機関との共同研究により種苗生産試験を行なっています。マグロ稚魚の餌として養成したキス仔魚を大量に与えるなど、



図 3. マグロの稚魚

本県独自の技術開発にも取り組んでいます。平成20年度からは種苗生産技術開発試験を本格化させ、毎年コンスタントに数千尾の稚魚を取上げることができるようになり、平成24年度には全長60mmの稚魚 4,400尾を生産することができました(ふ化仔魚からの生残率1%)。しかし、最大の減耗要因である共食いや衝突死などの大きな課題が残されていることから、今後は餌料系列や水槽内の水流の改善等によりこれらの課題を克服することを目指しています。

(3)カワハギ: 養殖カワハギは天然魚より肝が大きく高値で取引され、他県の事例では、1年数ヶ月の飼育で出荷サイズ400gにまで成長することが報告されており、新しい養殖対象種として期待されています。水産試験場では、平成19年度から本格的に技術開発に取り組み始めました。現在は、養殖用として有利な種苗の開発を目指し、



図 4. カワハギの稚魚

早期採卵種苗の生産技術開発等をおこなっています。

2. 新たな取り組みについて

ここまで、ご紹介した種苗生産技術の開発に加えて、近年、総合水試では、本県産養殖魚の高付加価値化、差別化を図るために、種苗の性のコントロール技術の開発や、優良形質を持つ家系の育種に取り組んでいます。

1)トラフグの全雄(おす)生産技術

トラフグは、白子(精巢)を持つ雄の需要が高く、雌よりも高い価格で取引されています。そこで、総合水産試験場では、東京海洋大学が開発した代理親魚技術を用いて、東京海洋大学と東京大学との共同研究により、生まれてくる子供がすべて雄になる全雄生産技術の開発に取り組んでいます。トラフグは、性染色体によって、その性が決まりますが、雌はX染色体を2個持ち、オスはX染色体を1個とY染色体を1個もっています(このような性決定様式をXY型と言います)。つまり、Y染色体を1個でも持つものは雄になります。代理親魚を用いた全雄生産技術では、まず、雄の精原細胞(X染色体とY染色体を持ちます)を、仔魚の腹腔内に移植して成熟させます。移植時には移植先の仔魚(代理親魚)の性はわかりませんが、それが雌であれば、その個体は、Y性染色体を持った卵を作ることになります。この卵を通常の雄の精子をつかって受精させると、Y染色体を2個もつ超雄個体が、理論的には四分の一の確立で出現します。この超雄個体の子供は、Y染色体を必ず持っているので、すべて雄になり全雄生産が可能になります。トラフグの雌は成熟までに時間がかかるので、研究開発のスピードアップを図るため、トラフグを代理親魚とした研究と並行して成熟の早いクサフグを代理親魚に用いた研究を進めてきました。そして平成22年度には、世界で初めてクサフグを代理親魚としたトラフグ超雄個体を生産することができました。しかし、この個体は成熟する前に寄生虫症により死んでしまったため、現在、同じクサフグ代理親魚が生んだトラフグ卵をトラフグ精子で受精させて、再度、超雄個体の生産試験を実施しているところです。この技術が確立できれば、高価な白子をもった雄を選択的に生産できるようになり養殖業者の所得向上が期待できます。

2)ホシガレイ全雌(めす)生産試験

ホシガレイは雌雄による成長差が大きく、2年間の飼育で雄が体重200-300g程度までしか成長しないのに対して雌は約1kgにまで成長します。養殖用種苗としては、成長のよい雌だけを生産できれば有利です。そこで、生産した種苗すべてが雌となる全雌種苗生産技術の開発に取り組んでいます。ホシガレイもトラフグと同様に性決定様式がXY型であれば、ホルモン投与や温度処理によって偽雄(XX、遺伝的雌で生理的雄)作出し、これを通常の雌とかけ合わせると、受精卵はすべてX染色体を2個持つ遺伝的雌

になり全雌生産が可能となります。現在、雄化ホルモンの投与による偽雄作出試験を実施しています。加えて、DNAデータベースに登録されたホシガレイの雌特異的DNA配列から、性判別用マーカーを作成し成熟前に雌雄の判別ができるようになりました。この雌雄判別マーカーを使うことで、偽雄の選別が容易となり、より効率的な全雌生産が可能になると期待されます。

3)トラフグの優良家系の探索

トラフグは、先に述べましたように、雄が雌よりも高値で取引されますが、その雄も出荷までに成熟が進んで白子が大きく張っているものが高値で取引されます。このため、総合水試では、トラフグの出荷が本格化する1才の11月ごろまでに白子の成熟が進む早熟家系の探索にも取り組んでいます。現在、「早熟である」と県内養殖業者が評価した早熟親魚候補の精子をもらい受け、その精子で受精させて得られた種苗の形質評価試験を実施しています。同時に、高成長親魚候補の精子由来の種苗についても形質評価試験を実施しています。

3. まとめ

長崎県水産試験場の魚類種苗生産技術開発研究は、昭和46年度のマダイ生産技術開発に着手してから、早や40年を経過し、これまでに30種以上もの魚種を扱ってきました。現在、総合水産試験場種苗量産技術開発センター魚類科では、この40年間の技術開発の成果を土台として、マグロのように非常に難易度が高い魚種の量産技術開発に取り組んでいるところです。また、困難であったクエの形態異常防除技術開発にも、20万尾以上の安定した量産技術を土台として、取り組むことができるようになりました。さらに、最先端技術である代理親魚技術を用いたトラフグの全雄生産技術開発にも取り組み、すでに超雄個体の生産に成功しています。また、ホシガレイについても雌雄判別マーカーを利用した全雌生産技術の開発も進めています。本県の最重要養殖魚種であるトラフグについては、性のコントロールだけではなく、本県産種苗や養殖魚の評価をより高めるような早熟や高成長といった優良形質を持った家系の探索にも着手しています。課題は、非常に多くかつ困難なものですが、今後も、本県養殖業の振興・沿岸漁業の経営の安定化に貢献できるよう技術開発を進めます。