

平成 18 年度第 1 回
日本水産学会水産増殖懇話会講演会

養殖用の人工種苗の現状と展望

日時：平成 18 年 10 月 7 日(土)

場所：鹿児島大学水産学部講義棟 23 号室

養殖用の人工種苗の現状と展望

日時:平成 18 年 10 月 7 日(土)13:00~16:50

会場:鹿児島大学水産学部講義棟 23 号室

主催:日本水産学会水産増殖懇話会

- 開会の挨拶 小川 和夫(東京大学大学院農学生命科学研究科) 13:00-13:05

- 講演 座長 中村 章彦(鹿児島県水産技術開発センター) 13:05-16:15

- 1. 魚類養殖における施策 13:05-13:35
水産庁栽培養殖課 矢本 諭
- 2. カンパチ種苗生産の現状と展望 13:35-14:05
鹿児島県水産技術開発センター 外菌 博人
- 3. クルマエビ種苗生産の現状と展望 14:05-14:35
沖縄県海洋深層水研究所 杉山 昭博

- 休憩—————
- 4. アワビ種苗生産の現状と展望 14:45-15:15
コスモ海洋牧場株式会社 隠地 武彦
- 5. ウナギ種苗生産の現状と展望 15:15-15:45
(独)水産総合研究センター
志布志栽培漁業センター 加治 俊二
- 6. 養殖用種苗の国産化 15:45-16:15
(独)水産総合研究センター
養殖研究所栽培技術開発センター 虫明 敬一

- 総合討論 16:15-16:45
座長
虫明 敬一((独)水産総合研究センター 養殖研究所栽培技術開発センター)
門脇 秀策(鹿児島大学水産学部)

- 閉会の挨拶 16:45-16:50
門脇 秀策(鹿児島大学水産学部)

企画趣旨

古くから種づくりは、水づくり、餌づくりとともに養魚の三要素と呼ばれ、健康な種苗を用いることは、養殖が成功するための必須の条件と考えられてきた。種苗生産技術の進歩によって、マダイ、ヒラメ、トラフグおよびアワビ等の養殖にはすべて人工種苗が使われている。換言すれば、多くの重要魚介類の養殖が人工種苗の安定供給によって支えられているといっても過言でない。一方で、ブリ類、ウナギにおいては、種苗のほとんど、またはすべてを漁獲される稚魚に依存している。天然種苗の問題点として、輸入先から未知の病原体の持ち込み、シラス種苗の乱獲による資源の減少が指摘されている。その中で、天然種苗に依存してきたカンパチやウナギの種苗生産への期待は大きい。また、養成した親エビを用いた人工生産に成功し、量産化への取り組みも進展している。一方、アワビ養殖の種苗は、種の特性を活かした交配種による種苗づくりが進んでいる。

本講演会では、海面、内水面および陸上の養殖用人工種苗の現状を把握し、今後の安全かつ安定的な養殖生産に向けて問題点を整理し、将来を展望したい。

魚類養殖における施策

矢本論

(水産庁増殖推進部裁培養殖課)

1. 海面養殖業の位置づけ

我が国の海面養殖業は、戦後の養殖技術の開発、経済成長に伴う需要の拡大等により飛躍的な発展を遂げている。近年においては、生産量、生産額とも減少傾向にあるが、平成16年における生産量は122万トン、生産額では4,363億円となっており、海面総漁業生産に占める割合は生産量で21%、生産額では29%を占めている。

2. 養殖業における課題

平成13年の我が国でのBSE発生に伴う食品の安全性に対する国民の関心の高まり等が契機となり、養殖水産物の安定供給や生産情報の提供を求める消費者の声は益々高まっている。特に養殖魚は、現在では状況が大きく変わっているにもかかわらず、過去の状況から「薬漬け」、「生け簀に化学物質が使用されている」という消費者のイメージが拭いきれていないことから、漁場環境に優しい養殖生産についても、引き続き取組んで行く必要がある。このような状況下、養殖業における緊要な課題としては、養殖魚に対する消費者の信頼の構築、漁場環境に優しい持続的な養殖生産の確保及び養殖経営体の育成等が上げられる。

3. 魚類養殖における政策

平成15年度に養殖資機材の評価、養殖生産履歴情報の開示及び養魚用飼料の安全向上対策に着手するとともに、地域の特性に即した養殖水産物のブランド化の推進及び「持続的養殖生産確保法」に基づく漁場改善計画の普及等に対する総合的な支援を「養殖水産物ブランド・ニッポン推進対策事業」を通じて実施してきた。なお、平成19年度からは、上記の課題に対してより集中的かつ重点的に対処するため、事業名を「持続的養殖生産・供給推進事業」に変更すると共に、事業内容を再編統合し、環境に優しい持続的な養殖生産及び養殖水産物に対する消費者の信頼を確保し、国民への安定的な養殖水産物の提供の推進を図る方向で概算要求を行っている。

(1) 養殖漁場環境適正利用推進事業

養殖漁場への環境負荷を低減する技術、養殖資機材の安全性評価、環境にやさしい貝類の養殖技術など、漁場環境にやさしい技術等の開発を行う。

・養殖資機材評価事業

養殖現場で使用されている資機材について、水域環境への負荷を低減するため、これらの適正な使用や管理を図るための調査・検討を実施。

・養殖漁場環境保全推進事業

養殖漁場の利用状況に関する全国調査及び養殖漁場の利用の仕方、海域特性（水深、潮流等）と漁場環境との間の定量的関係を調査し、海域特性を勘案した養殖漁場環境の指標及び基準の設定を行うと共に、漁場環境に配慮した養殖業を行うための手引書の作成を検討。また、残餌など養殖業由来の環境負荷を低減するため、環境負荷の少ない飼料や給餌方法など実用的技術の開発を行う。

・養殖業適正化推進事業

消費者ニーズに応じた計画的な生産を推進するため、適正な漁場利用に関する全国規模の調査及び漁業者・消費者間の情報交換を実施すると共に、ノリ色落ちなどにより利用されていない養殖海藻類について、養殖用飼料への添加といった再利用技術を開発する。

(2) 養殖生産消費者連携推進事業

消費者が参加する養殖生産現場の見学会等や、輸入養殖水産物における生産現場の情報収集及び消費者等への情報収集を行う。

・養殖水産物適正評価推進事業

消費者による養殖水産物の適正な評価及び安全・安心な種苗等の確保を図るため輸出国の養殖生産過程における使用資材の種類、養殖管理制度や生産水域環境等の情報の収集及び消費者等への提供を行う。

・消費者参加型養殖推進パイロット事業

消費者の視点に立った養殖業を推進するため、パイロット地区において生産情報の発信や消費者等との意見交換を行う。

(3) 養殖生産履歴情報開示検討事業

・養殖生産履歴情報開示検討事業

養殖水産物における食の安心・安全を確保するため、養殖生産工程における履歴情報を記録・管理し、開示できるモデルシステムの開発を行う。

カンパチ種苗生産の現状と展望

外菌博人

(鹿児島県水産技術開発センター)

1 目的

カンパチ養殖においては、そのほとんどを外国産天然種苗に依存しており、安価な種苗を安定的に確保することが困難である上、種苗輸入の際、様々な疾病を持ち込む懸念がある。このため、早期に親魚養成技術及び種苗生産技術の確立による人工種苗の供給が必要であり、技術が確立すると、種苗の安定確保と養殖コストの低減による養殖漁家の経営安定、地域のカンパチ種苗供給産業の創設、外国産天然種苗輸入に伴う疾病持ち込みの防止が可能となる。さらに、国民に対して生産履歴が明らかで安全・安心な食品を提供することも可能となる。

カンパチの種苗生産については、近年、西日本を中心とした数機関において試験研究等が実施されているものの、人工種苗の安定した生産技術の開発には至っていない。本講演では、鹿児島県におけるカンパチ種苗の生産技術開発の取り組みを紹介する。

2 経緯

平成8年度に、国産天然魚150尾(平均体重0.5kg)の親魚養成を開始した。

平成9年度からは、外部からの導入卵による種苗生産の基礎試験を開始し、平成13年度から3年間はカンパチ種苗生産技術開発試験として取り組んだ。平成16年度からはカンパチ種苗量産化技術開発試験として実施中であり、さらに今年度からは先端技術を活用した農林水産研究高度化事業に参画して、早期の技術開発を図っている。

3 実績

年度	採卵数(万粒)	種苗生産数(万尾)
13	90	1.3
14	900	1.9
15	1,700	1.6
16	900	0.6
17	1,300	5.6
18	214	8.7

クルマエビ種苗生産の現状と展望

杉山昭博

(沖縄県海洋深層水研究所)

これまで沖縄県内のクルマエビ養殖は、主として九州で捕獲された天然の産卵用親エビを用いた自家生産やその親エビを用いて生産された人工種苗に依存していた。しかし、1993～1994年と1998年に県内で発生したクルマエビ急性ウイルス血症(PAV)の内、一部が天然親エビ由来ではないかと疑われ、それ以後天然親エビを用いた自家生産が減少してほとんどが養成親エビを用いた再生産種苗の導入に切り替わっている。

沖縄県海洋深層水研究所におけるクルマエビ種苗生産の技術開発は、養成クルマエビを用いて効率良く交尾、成熟、及び産卵誘導して、安全で安定した種苗生産の確立を目指している。そして、その技術は沖縄県車海老漁業協同組合の海洋深層水種苗供給センターで事業化され、県内クルマエビ養殖業が安定して発展できるように日々努力している。

その技術内容は、採卵には前年に屋外水槽に収容した体重約35g以上の交尾栓を持ち、ある程度成熟した♀エビを用いる。片側眼柄焼灼し、80トン屋内水槽(砂質底)に200～300尾を一度に収容する。水温は22～24℃に調節し、充分量のゴカイを給餌することで、収容後約6日目頃から100万粒/水槽/日以上産卵し、産卵量はある程度給餌量に比例する傾向が見られる。しかし、飼育期間中のふ化率は当初80%程度から次第に低下し、3週間程で実用に適さなくなるので総ての親エビを更新する。無給餌生残指数(SAI)は同じ水槽でも日々変動するが、生産期間中(4～9月)に良い時期と悪い時期が見られる

ふ化率とSAIの関係では魚類とクルマエビでは明らかに異なる。たとえば、ハマフエフキふ化仔魚の例ではふ化率が良い卵はSAIもよくなる傾向が見られたが、クルマエビふ化幼生ではふ化率とSAIに相関性は見られない。すなわち、ふ化率の悪い卵由来のふ化幼生もその後の生残率は比較的安定している場合がしばしば見られた。

屋内産卵水槽内での群飼育では、ほぼ毎日安定した産卵数を確保できる。このことは個体飼育の結果から以下のように推測している。すなわち、1個体は数日間隔で数万粒/日産卵し(産卵数は大型個体ほど多い)、飼育期間中(約3週間)に数回産卵する。産卵する個体の比率は20～30%程度とあまり高くなく、ふ化率などの卵質も個体差が大きいようである。

今後の検討課題としては、沖縄県における養殖業者の種苗生産時期は毎年4～9月で、需要時期に合わせて採卵作業を行うが、梅雨時期の5月後半から高水温期の

8月にかけて毎年養殖業者の種苗生産が不調になることがある。原因を究明し、安定した生産体制を確立するとともに、生産期間を通して良い卵質を安定して維持する必要がある。また、母エビ養成に不可欠な高価格で供給が不安定な生餌(ゴカイ)に替わる餌料の探索。さらに、親エビを痛める眼柄焼灼法に替わる産卵促進方法の検討。生産コストを低減するために、親エビの効率的な使用などである。

アワビ種苗生産の現状と展望

隠地武彦

(コスモ海洋牧場株式会社)

磯根資源減少への危惧から栽培漁業向け重要種の種苗生産施設が全国的に整備されている。アワビ類においても資源の維持・増大を目的として種苗が量産され放流事業が進められている。その歴史は40年余りとなった。

アワビ類の種苗生産は、昇温・干出・紫外線照射海水・過酸化水素水などの人為的な刺激による産卵誘発法が確立されたことを契機に量産への道が開かれ、さらに好適餌料の探求と培養技術の開発、稚貝育成用に配合飼料が実用化され、餌料系列が確立したことなどにより技術が進歩してきた。

しかしながら、幼生の着底率や呼水孔形成期までの生残率は、避け難い水温・水質・植物相・混入動物など多様な外部(取水)からの変動要因により大きく影響を受け、今なお大きな課題となっている。それらの対策として当事業所においては、着底誘起のため、採苗板上での固着性の強い微小藻類の培養とアワビ稚貝の足蹠粘液を利用すること、採苗直前に採苗板を淡水浴して原生動物などの除去すること、および採苗時の水温・光管理と採苗後の初期餌料として培養した付着珪藻を添加することなどにより着定率と生残率の向上と安定化に成果を挙げてきた。

こうした種苗の大量生産技術の実用化によりアワビは養殖対象種として注目されてきた。しかしながら養殖事業を展開していく上で、成長が緩慢なことや成長のばらつきが大きいことが重要な課題となっていた。この問題点を解決するため、当事業所においては、養殖用種苗として人為淘汰による選抜種苗とメガイ×エゾアワビの交雑による養殖専用種苗を生産し、高成長と高歩留まりで高い評価を得ることができた。その養殖実績として、養殖用種苗の使用と養殖技術の向上により商品サイズまでの生育期間が以前に比べ半年から一年短縮できるようになった。また、交雑種は高水温や赤潮などの環境悪化時における生残率が在来種と比較して有意に高く、環境適応能力に優れた形質が発現された結果と推察できる。一方、放流用種苗に対しては遺伝的多様性保護の観点から野生種同士あるいは養殖選抜親貝と野生種との交配、並びに毎年親貝の入れ替えをおこなうことにより近交係数が上昇することを防いでいる。

今後の種苗生産において、放流用に対しては生物の多様性保全に配慮した種苗生産、養殖用に対しては、さらなる高成長と高歩留まりを求めて、選抜による育種、交雑による新品種の作出、および同質・異質3倍体の作出などの研究が進み、アワビ資源の増大と養殖事業が発展していくことを期待したい。

ウナギ種苗生産の現状と展望

加治俊二

(独立行政法人水産総合研究センター志布志栽培漁業センター)

2002年に世界初の人工シラスウナギが誕生し、それまで不可能であろうと考えられていたウナギの種苗生産がにわかにはクローズアップされたが、実際に人工種苗を養殖産業に供給できるようにするには、なお多くの課題が残されている。ここでは、ウナギの親魚養成・採卵・仔魚飼育について、取り組み開始から6年目となる志布志栽培漁業センターの現状を紹介するとともに、今後の種苗生産技術開発の展望について述べる。

親魚については、天然ウナギあるいは養殖ウナギを用いることもできるが、安定的に確保することが難しいことから、当センターではシラスウナギから親魚を育成している。シラスウナギを人工的に飼育した場合、雄となる割合が非常に高くなる。一方、estradiol-17 β の経口投与により高い確率で雌化することが可能である。現在は、通常の養成により雄親魚を、estradiol-17 β 投与により雌親魚を生産しているが、いずれも本来の遺伝的な性と異なる個体が含まれている恐れが強く、卵質への影響を考えると、将来は正常な性分化を誘起させる技術が必要となると考えている。また、海水養成の可能性、親魚の長期養成による卵質向上の可能性、成熟状況の季節的変動の把握などを課題に挙げて適正な親魚養成方法を開発中である。海水養成の可能性については、近年の研究で天然ウナギに「海ウナギ」あるいは「河川ウナギ」が高い割合で存在するという事実が判明し、淡水生活を経ない天然親魚の存在の可能性が示唆されたことから検討を開始した。これまでのところ、海水養成では淡水養成よりも死亡率が高く、成長が悪い。採卵成績でも淡水養成との違いは認められず、期待した結果が得られていない。

ウナギは飼育条件下では成熟しない。今年、ホルモン処理無しで自然に精子形成した養殖由来の個体が見つかったが、現時点ではあくまでも偶発的現象に過ぎない。確実な成熟誘起にはホルモンによる催熟処理が雌雄ともに不可欠である。

受精卵を得る方法としては人工受精と誘発産卵(雌雄を同一水槽に収容して自発的に産卵させる方法)があるが、当センターでは卵質が比較的良いとされる後者について技術開発を進めている。これまで催熟水温・排卵誘発の判断基準・産卵時刻の見直しや精子活性の高い雄の利用など改良を加えた結果、誘発産卵の成功率(催熟を開始した雌が誘発産卵する確率)を養成ウナギでは18～19%から40～50%まで、天然ウナギでは38～45%から72～74%まで高めることができ、その結果として雌1尾から得られるふ化仔魚数(ふ化仔魚総数÷催熟開始雌総数)は平均で2～3万尾から7～8万尾に向上した。しかし、採卵成績の不安定性を解消するまでには至

っており、仔魚の形態異常や摂餌開始前の減耗など卵質に起因する問題点の改善も未だに不十分で、催熟・採卵方法の改良は今後も最重要課題である。現在、親魚へのストレスが大きく、体内でのホルモン濃度の変動が大きいなどの問題のある注射によるホルモン投与に替えて、オスモティックポンプによる徐放性を付与したホルモン投与法を宮崎大学と共同で開発中である。

仔魚飼育については、養殖研究所の開発した液状飼料を用いる飼育方法で人工シラスウナギを平成16年に14尾、同17年に16尾を生産してその再現性を確認した。さらに、今年度は9月上旬時点で49尾を生産している。シラスウナギを初めて生産してから42事例の飼育を行ってきたが、最近1年間の10事例とそれ以前の32事例を比較すると、シラスウナギ生産成功事例の割合は2割から4割まで上がり、1事例で生産されるシラスウナギ尾数は4尾から14尾にまで増え、シラスウナギまでの所要日数は304日(218～418)から273日(213～332)まで短縮された。このように、着実に飼育成績が向上している要因として、催熟・採卵方法の改善による卵質の向上と卵白添加法(10～20万倍希釈濃度の卵白を飼育水に添加することで初期の浮上死を防除する方法)による初期生残の向上及び殺菌処理海水や低温殺菌処理餌料の使用による水質の安定などの飼育方法の改良が挙げられる。しかし、最良の飼育事例でさえ、シラスウナギの生産尾数は41尾に過ぎず、成長速度は天然レプトケファルススの約 $1/2$ (0.22mm/日)と遅い。また、生産されたシラスウナギの約半数近くには下顎の形態異常がみられる。飼育方法の確立にはまだ多くの解決すべき課題が残っており、さらなる飼育方法の改良が必要と考えている。一方、サメ卵を主成分とする特殊な液状飼料を大量に与え、換水率は1日10,000%以上で、飼育容器を毎日入れ替える、というような現在の飼育方法を量産規模へ直接応用することは難しい。今後は現行の飼育技術により仔魚飼育に関する知見をさらに蓄積するとともに、量産化に向けた新しい視点での技術開発の展開が必要と考えている。

最後に、独立行政法人水産総合研究センターでは、農林水産技術会議委託プロジェクトとして、ウナギとイセエビの種苗生産の技術開発への取り組みを平成17年度より開始しており、本プロジェクトの研究結果が今後の技術の進展に大きく寄与するであろうことを付記する。

養殖用種苗の国産化

虫明敬一

(水産総合研究センター養殖研究所栽培技術開発センター)

わが国における海産魚介類の種苗生産技術は 1960 年代以降飛躍的に発展し、2004 年度には日本全国で種苗生産された人工種苗は、放流用として魚類 36 種、甲殻類 14 種、貝類 20 種およびその他ウニ類等 8 種類の合計 78 種類、また、養殖用として魚類 22 種、甲殻類 2 種、貝類 23 種およびその他棘皮動物 3 種類の合計 50 種類に達している。養殖用種苗としては、このほかにも天然種苗を漁獲して使用している種類もあり、これらを含めると、養殖対象種の数にはさらに広範囲にわたる。

昨今、「食の安全・安心」に関する議論が新聞・マスコミで取り沙汰されている。その観点からすると、必要に応じてこれまでに開発された種苗生産技術を利用して、薬剤の使用履歴や病気の発病履歴等が明らかで、これらの履歴のない人工種苗を養殖用種苗として用いることが、消費者に最大の安全と安心をもたらすものと期待される。また、天然種苗を保護するとの観点からも道理にかなっていると指摘する研究者もいる。

天然種苗を養殖用種苗として用いる場合、グルメブームにのっていわゆる「高級魚」が養殖対象となる場合が多々ある。国民のニーズが高いにも関わらず日本近海で十分量が確保できない種類では、東南アジア諸国等からも養殖用として輸入されている現状である。しかし、養殖用種苗の輸入にはさまざまな問題点があり、特に、既存の養殖業への影響の観点からみると、わが国にそれまで存在していなかった病原微生物の侵入という大きなリスクを伴っていることは、これまでの歴史が物語っている。過去にはマダイイリドウイルス病、クルマエビの急性ウイルス血症、あるいはヒラメのネオヘテロボツリウム症、また、最近ではコイのヘルペスウイルス病などが問題となった。また、昨年はカンパチで中国から輸入された種苗でのアニサキスの寄生が問題となった。今後、これらの問題を克服する上で、養殖用種苗は輸入された天然種苗に依存するのではなく、わが国で開発された種苗生産技術を生かして国内で生産された人工種苗を用いるべきであろう。ただ、問題となるのは種苗生産あるいは中間育成の過程で生じる形態異常である。原因が特定されていない形態異常がほとんどで、現在、国内の試験研究機関ではその原因究明と防除対策に関する研究開発が進められている。しかし、一般消費者からは、形態異常魚は薬剤等の副作用あるいは疾病への感染を反映しているとの偏見も依然と根強い。きちんと管理された飼育条件下で生産された人工種苗は、安全で安心な食品としての動物タンパク源であることへの理解を国民から得るには、これまで以上の、さらなる関係者の努力が必要である。

水産増殖懇話会団体会員

全国内水面漁業協同組合連合会

(社) 日本水産資源保護協会

(社) 日本動物用医薬品協会水産委員会

(社) 日本養魚飼料協会

(社) マリノフォーラム21

(株) 林養魚場

(株) 成山堂書店