

特定海域新魚種量産技術開発事業

(要 約)

塩垣 優・早川 豊・柳谷 智・川村 要

平成2年度事業の3年度にまたがった調査結果および3年度の途中経過についての概要を報告する。
なお、詳細は「平成3年度特定海域新魚種量産技術開発事業報告書」(平成4年3月、北海道・青森県・岩手県・秋田県、宮城県、鹿児島県)として報告した。

前年度までの結果(成果、問題点)

I 基 礎 調 査

(1) 年級別資源量の把握

過去の脇野沢におけるマダラの魚体測定データから尾叉長組成を整理した(S55、56、63、H元年度のデータはない)。

平成2年度の魚体測定は1990.12.26 - 1991.2.14までの間に5回、総計1,218固体について成熟度別、銘柄別に行った。

下北における主要水揚げ港である佐井村漁業協同組合牛滝支所管内におけるマダラ漁業が始まった昭和51年度からの全水揚げ台帳から個人毎の日別、銘柄別漁獲記録を整理する作業に着手した。

(2) 標 識 放 流

平成2年度放流群の再捕状況(平成4年3月末現在)

A 陸奥湾放流群(放流尾数、371)

放流年内再捕29例、放流翌年再捕5例であり、それぞれ放流尾数371に対して7.8、1.3%、合計9.1%の再捕がみられている。このうち県外再捕は北海道の日本海側で1例(桧山郡上ノ国町)、津軽海峡西側で1例(松前郡福島町)、太平洋側12例(恵山町、登別、様似、襟裳岬南東沖)となっており道南～道東海域への回遊が多いのは例年同様であった。

B 日本海放流群(岩崎：放流尾数、105)

放流地点での再捕8例を除くと他海域での再捕は7例(再捕率6.7%)があった。うち、4例が翌シーズン再捕であり、放流地点よりも日本海を北上している例が多い。しかし、一方では、岩崎の西南西約20マイル沖合の久六島周辺水深200 - 300mで、放流時期の違う2個体が同日に1本釣り再捕された。岩崎から久六島に到達するには最大水深600mを越える深みを伝って行く他ない。これまでの北海道での再捕地点の水深は凡そ200mラインに沿っており、水深400mを越える

ような深みでの再捕はなかったことから、この再捕例は極めて珍しいと考えられる。

C 太平洋放流群（百石：放流尾数、63）

放流数が少なく、再捕も4例に留った（6.3%）。日本海放流群とは対照的に、1例を除き太平洋岸を南下する傾向が示された。ただし、1例では北上し、津軽海峡のほぼ中央部で再捕されており、今後、放流数を増やして継続実施する必要がある。

(3) 餌料環境調査および天然仔稚魚の分布調査

餌 料 環 境 陸奥湾内でのコベポーダのノープリウスの水深別出現状況を把握するため、前年度同様に調査を1990年9月25日から1991年4月10日までの間に計5回の調査を行った。

胃 内 容 組 成 ソリネット入網個体の胃内容組成を検討した。これによれば、全長30mmまではコベポーダのノープリウス、コベポダイトおよび成体が大半を占めているが、例外的に枝角目を多く摂っている個体がある。さらに、全長30mm以上で食性の多様化が進み、ベントスや大型のアミ、ヨコエビ類がみられている。

II 種苗生産技術開発

採卵、卵管理については既に報告した。

初期餌料の培養技術開発

アルテミアの新たな栄養強化法の開発

昨年度は2令以降のアルテミアにフェオと配合飼料を用いてある程度の成果が得られたがまだ改善を要する飼育結果であった。そこで、新たな手法としてフェオと油脂酵母を用いて高度不飽和脂肪酸のEPAとDHAの強化が可能かどうかの検討を行った。

その結果、アルテミアのDHA含量を高めるためにはDHA源として高精製されたDHAの乳化オイル等を用いるべきであることが示唆された。

強化アルテミアの投与時期の検討

量産試験に並行して、強化アルテミアをどのサイズで投与するのが最も効果的であるのかを検討した。その結果、各試験区の成長、生残歩留から全長6.1－6.4mmのやや早期に投与した方が良い結果となった。しかし、成長が著しく悪く40日令で9mmを超さなかったのは例年同様であった。

量 産 試 験

孵化仔魚5万尾ずつを、10㎡円形FRP槽2面に収容した（1991.1.5）。初期餌料はS型ワムシであり、一次培養水温は25℃、二次培養で20℃前後に調整した。二次培養の強化にはナシクロと油脂酵母

を用いた。投与密度は前半1個/㎖、後半2個/㎖を一日2回投与した。投与期間は全長8mmまでの31日令までとした。

飼育水にはワムシの期間は当初ナシクロを、また、アルテミア投与期間は毎日フェオを添加した。

アルテミアは全長6mm台の18日令からノープリウスを1日、次いで前述したフェオと油脂酵母で強化した2-5令アルテミアを成長に合わせて投与した。このアルテミアは孵化した1令のノープリウスを翌日の2令からフェオと油脂酵母（ω Y：ワムシ100万個体当たり2g添加）に植継ぎ、毎日植継ぎを繰り返して強化したものである。餌料は全長25mmまでの65日令までアルテミアのみを用い、以降、冷凍アミ、凍結アルテミアを併用した。冷凍アミに餌付いてからは冷凍アミをジュウスとし、これに配合を混ぜてよく配合を膨潤させてモイスト状にしたもの（アミ・配合）を投与した。マダラは乾燥した配合には全く餌付かないが、アミ・配合はよく摂餌した。なお、配合は成長に合わせてB₁-C₂と切り替えた。

95日令まで陸上水槽で飼育を行い、平均全長47.2±9.4mmの種苗1,349尾を得た（収容からの生残率1.3%）。

成長に関しては、前年度に比較してアルテミアの4令に切り替えてから著しく促進されたといえる。しかし、ワムシの期間とアルテミア3令までの全長8mm以下の期間の成長停滞が今年度も顕著であった。

栄養的に欠陥のあるワムシの期間を出来るだけ短縮し、早期に栄養強化したアルテミアに切り替えることを主眼に検討したが、全長6mm台での消化力が弱く、摂餌したアルテミアが直腸まで移送されていてもまだ生存している個体がみられ、ワムシの段階での活力に問題があるものと考えられた。

Ⅲ 中間育成技術開発

中 間 育 成

1991年4月9日、アミ・配合に殆ど餌付いた段階で、当初前面筏の網生簀に冲出した。以降、順調な成長がみられたが、5月下旬に新庁舎用導水管の敷設工事による悪影響を避けるため、近くの平内町茂浦漁港へ筏ごと移したと、さらには同港内で6月7日に行った腹鰭抜去の標識作業によるスレのためビブリオ病が発生し、かなり落とした。作業時は好天で水温17-18℃に昇温しており直射日光下での作業が災いしたものと考えられる。生残歩留は標識作業の時点で75.7%と良好であったが、最終的に61%にとどまった。平均全長63.7±10.8mm（46-92mm）と成長差が著しい点は例年同様であった。

放 流

左腹鰭抜去の標識を付した種苗805尾を、6月14日、試験船なつどまりで脇野沢まで搬送し、鯛島周辺（水深10m）に放流した。平成4年3月末の時点で再捕は全くみられていない。

平成 3 年度 報 告

I 基 礎 調 査

1. 年級別の資源量の把握

年級別資源量を割り出す前に、まず年度毎の年令組成を検討する必要がある。ここでは、その推定方法を検討した。

- (1) 服部・桜井（投稿中）が明らかにした道東・陸奥湾系群の雌雄別・年齢別平均体長と標準偏差から年齢別の体長の正規分布を求め、それから体長階級の確立を求めた。
- (2) 脇野沢水揚魚体測定結果から、佐井村漁業協同組合牛滝支所での漁獲尾数に引伸ばした。
- (3) (1) の体長階級の確率と (2) の体長階級の漁獲尾数から真子・松宮（1977）の年令組成の推定法（DOS 版 BASIC プログラムを使用）で推定した。
- (4) 牛滝支所での銘柄別、日別漁獲尾数の記録が整理できた昭和 57 年度から平成 2 年度までの間の 9 年度のうち、魚体測定データがない昭和 63、平成元年度分は検討出来なかった。

これによれば、雌雄で若干の相違がみられるものの類似度は高く、3～6 才魚からなることが明らかである。中でも、4、5 才魚が卓越年級群を構成しており、年により 4 才魚と 5 才魚の構成比率が入れ替わっていることが読み取れる。平成 2 年度は、中でも 4 才魚の構成比率が極端に小さく雄では皆無であることがここ 9 年間のうちで最も特徴的である。

魚体測定データがない年度の年令組成推定法

過去の魚体組成を検討し得る資料としては、漁業協同組合の水揚伝票に記載されている銘柄別重量組成のみである。この重量組成から体長を逆算することが可能であれば、それから年令組成を検討し得る。そこで、平成 2 年度の脇野沢における魚体測定結果からこの点を検討した。その結果、以下のことが分かった。

- (1) 各成熟段階毎の尾叉長－体重関係は漁期を問わず高い相関があること。
- (2) 成熟段階 D は雌雄を問わず高い相関があり区別しなくてもよいこと（銘柄区分の B タラに相当）。
- (3) 雄では A、B、C 順に相対的に体重が軽くなる傾向が明らかで、A、B、C を同一に取り扱えないこと（銘柄区分の白タラに相当）。
- (4) 雌では A、B、C 共に高い相関が認められた（銘柄区分の子タラに相当）。

銘柄別体重から尾叉長を逆算する場合に、雄では問題がある。そこで、子タラと B タラについてのみ計算の対象とする方針をした。後述するようにマダラの雌雄比ならびに雌雄別の年令組成は著しく異なる傾向はないため、雌の組成をそのまま全体の年令組成として代表できるものとする。

牛滝におけるマダラ漁業のこれまでの概況

陸奥湾におけるマダラの主要水揚げ港である脇野沢、牛滝両港のうち、漁獲資料が整っている牛滝でのこれまでの漁業の概況について整理を行った。

(1) 年度別累積漁獲尾数の変動

初漁が最も早かったのは昭和63年度であり、逆に最も遅かったのは昭和57年度でありその差は1ヶ月以上もある。また、不漁年である昭和57～60年度は例外なく初漁期が遅く、61年度を境にして63年度まで年を追うごとに初漁が早まり、かつ、漁獲量が伸びているのが読み取れる。近年では平成元年度、2年度と、また漁獲水準の低落傾向が見られている。また、主漁期は12月から1月中旬までであり、以降の伸びはごく小さいことが明らかである。

(2) 漁期を通した魚体の変動

牛滝で漁獲された魚体の平均重量を漁期間を通して概観すると、一般的には漁期初めは小型、後半から極端に大型な個体や小型個体が混じって漁獲される傾向がみられている。年度により多少の変動が認められるものの、傾向としてはほぼ一致しているといえる。

(3) 初漁期と漁獲量の相関

過去の累積漁獲尾数の推移から、初漁の早い年ほど豊漁となる傾向が示された。そこで、子タラの累積漁獲尾数がそれぞれ1,000尾、5,000尾に到達した日数（12月1日を起算日とする）と総漁獲尾数との相関を検討した。

1,000尾到達日数と総漁獲尾数との相関は弱いが（ $r = 0.682$ ）、5,000尾到達日数との相関は著しく高い（ $r = 0.900$ ）。総漁獲尾数（Y）と子タラ累積漁獲尾数が5,000尾に到達した12月1日からの日数（X）と関係式は以下のように導かれた。

$$Y = 278,786.4 e^{-0.063865x}$$

2. 標識放流による系群の把握

今年度のマダラ漁業は全県的に昨年度よりもかなりの不漁に経過したため、湾口部を除き、放流尾数は予定を大幅に下回った。

再捕状況については、現在取纏中であり、来年度報告する。

3. 天然仔稚魚および餌料環境調査

本調査は12月から3月にかけて3回実施した。現在取纏め中であり、結果の詳細は来年度報告とする。

II 種苗量産技術開発

1. 初期餌料の大量培養技術開発

冬期間における植継式L型ワムシの培養試験

冬期間のマダラ生産期におけるワムシ培養は、これまで、1㎡規模でもある程度の量を安定的に確保できるS型ワムシに依存してきたが、平成2年度報告でも明らかなようにワムシ投与期間の成長があまりにも悪く、日本栽培漁業協会能登島事業場でのそれとは比較にならない。そこで、1㎡規模でのL型培養でどの程度の増殖密度に達するかを検討した。

繰り返し培養実験の結果、3日目で300－400個体／㎡に増殖することが確認でき、今年度のマダラ種苗量産にL型ワムシを初めて試みる道が開かれた。

ワムシのDHA 富化試験

高濃度のDHAを含有する乳化油を直接培養水に添加し、ワムシのDHAの富化が可能かどうかの検討を行った。乳化油は2種を用いた。1つは、A研究所から提供されたもので、総脂質に対しEPA13.5%、DHA40.8%を含有し、エチル・エステル化してある。この油脂を50%含有する乳化油である(A社乳化油)。また、1つはB研究所から提供されたもので、エチル・エステル化したDHA98.42%、EPA1.58%を含有する高精製のDHAを鶏卵黄で乳化したものである(B社乳化油)。

結 果

脂質含量ではナシクロと併用した場合最も高い。トリグリセリドとリン脂質は逆相関関係を示しており、脂質含量の高いものを取り込ませた場合、トリグリセリドは高く、リン脂質は低くなる傾向が示された。脂肪酸組成の中でEPA含量はナシクロを併用した場合最も高く23.17%を示したが、高精製のDHA(B社)区で最も低かった。一方、DHAでは、6時間処理のR1－4試験区ではやはり高精製のDHA区で最も高く32.34%も取り込まれており、著しい効果を示した。

しかし、高精製のDHA油は高価であり、量産飼育実験に使用することはまだ困難であり、当面はA社製の乳化油を量産試験に用いることとした。

アルテミアのDHA 富化試験

前年度のアルテミアの強化法(フェオとωY)ではEPAは高濃度に蓄積されることが明らかとなった(総脂質の35%)。しかし、DHAの強化が不十分であることが問題となった。

そこで、DHA強化のための新しい手法としてフェオとともにワムシで用いた2種の乳化油を用いて同様の取り込みを実験を行った。

結 果

トリグリセリドと有利脂肪酸 ノープリウス(A6)ではトリグリセリド(中性脂質)含量が著しく高く、逆にリン脂質が著しく少ない特徴がある。フェオとωYで3日令まで強化したA1－5では60－70%ものリン脂質があり、トリグリセリドは20－30%と低い。すなわち、取り込んだ脂質が

体内で再合成されて変換されたことを示しており、生物餌料として優れていることを示している。

EPA・DHA コントロールのノープリウス（A1）ではEPA・DHAともにほとんどない。これに対して、A1－5ではEPAは16－20％とだいたい安定した値を示している。しかし、DHAでは各区でかなりの変化を示している。

まず、フェオのみのA4区では3.57％と最も組成比が低く、フェオ＋ ω Y（6時間）で6.90％、フェオ＋乳化油脂（A社、6時間）で11.16％、フェオ＋乳化油脂（A社、24時間）で13.78％、フェオ＋乳化油脂（B社、6時間）で21.30％の順となっている。すなわち、油脂源として ω Yよりも乳化油脂を用いたほうが取り込まれやすいこと、さらに、DHA含量が高い油脂源ほど、また、時間をかけるほど高濃度に取り込まれるといえる。今後、高精製のDHAが安価に入手できればその安全な処理方法等の研究が重要な課題となろう。

2. 初期生残率の向上

(1) L型ワムシの二次培養法の検討

前年度ではワムシの期間の成長は例年同様であったが、強化したアルテミアに切り替えてからの成長は著しく改善された。今年度はワムシの期間の成長、生残率を向上させるための強化法としてL型ワムシを用い、これに従来の ω Yのほかに凍結ナシクロとDHA（A社提供）をナシクロと組み合わせた4試験区での餌料効果試験を行った。それぞれの添加量の基準は ω Yでワムシ100万個体当たり0.5g、凍結ナシクロで培養水100L当たり100g、DHAで10mlとした。また、DHA区のみは乳化油脂を添加後1時間後に投与し、夕用は朝の残りを再度培養水を取り替えて植継ぎ酸化油の弊害を除去するよう努めた。他区は夕と朝に植継ぎを行った。ワムシ二次培養は30Lに100万個体の収容で著しく低密度であった。試験区は0.5㎡パンライト槽を5㎡円形FRP槽にウォーターバス方式として収容し、温海水掛け流しで水温の維持を行った（孵化仔魚3,000尾収容）。水温は7.1－9.0℃を推移した。

この結果から、生ナシクロ＋凍結ナシクロ＋ ω Yの3種混合は生残率で最も劣ること、成長では生ナシクロ＋凍結ナシクロ区で最も劣ること、さらに少なくとも28日令までの飼育ではDHA添加区で著しく優れている点もなくまた悪影響もみられないと考えられた。結論からいえば、凍結ナシクロならびにDHA共に顕著な効果を認めるには至らなかった。

3. 種苗量産試験

(1) 採 卵

1991年12月26日から1992年1月までの間に4回採卵した受精卵を牛滝、脇野沢から搬入して、飼育試験に供した。しかし、取水トラブル等により満足な孵化仔魚が得られたのは3、4回目のものだけであり、それぞれ1、2ラウンドの飼育試験に供した。

(2) 卵 管 理

卵管理は温海水（水温8℃に設定）を0.5㎡アルテミア孵化槽の排水口から逆に注水する方式で行

った。今年度は前年度に開発したこの方式にさらに卵の回転をよくするための改良を行った。中央部の噴射ノズルの他に8本の塩ビ管をつなぎ、一定方向に注水する噴射のずるを開けて水が回転する力を与えた。このことによって、卵の回転が良くなり、孵化槽の底部斜面に卵が堆積する欠陥を解消でき、大半の卵が回転しながら浮遊する状態を維持でき、孵化率の向上が図られた。

(3) 量産飼育試験

1R 5 m²円形FRP槽1面に5万尾収容(1月8日)

2R 10 m²円形FRP槽2面に10万尾ずつ収容(1月18日)

餌 料

ワムシ 試験区で用いたDHA(A社提供の乳化油)強化のワムシが悪影響がないとの判断で1Rの後半、2Rでは当初から一貫してDHA強化ワムシとした。二次培養における収容密度は120個体/ml以下とした。

アルテミア ワムシからアルテミアへの切替時に1-2令を、以降は成長に伴い5令までフェオ、ωY、DHA(A社提供の乳化油)で強化を行った。強化法は試験区と同様であるが二次培養における収容密度は12個体/ml以下とした。

成 長、生 残

成長は年々ようになっており、特に全長10mmまでの初期の成長速度が著しく改善されたことが歴然としている。S型ワムシを用いてきた平成元、2年度のそれが全長8mmに達したのが31-38日令であるのに対して今年度は22-27日令と早まっている。この原因としてはワムシの二次強化法以前の問題としてS型がL型に比べて何らかの欠陥があったものと考えられる。さらに、今年度の1Rと2Rでは2Rの方がさらに順調な成長がみられている。この原因として考えられる点は、1) 2Rでは一貫してDHA強化ワムシを用いたこと、2) アルテミアの投与を6mm台と早めたことの2点がある。

全長10mm前後まで各区共に20-30%の生残率で推移していたが、ほぼ同時期に(1Rで40令、2Rで30令以降)体に白点状の斑点がみられるようになり、大型個体のへい死が続いた。細菌検査を行ったところAタイプのビブリオ病と診断され、エルバージュ薬浴を2日間連続で行ったが卓効見出せなかった。結局、4月2日の沖出しの時点で、それぞれの生残歩留まり1R(86日令)、2.36%、2R(76日令)No.1、0.1%、2RNo.2、0.18%に留った。

魚病発生の問題は、アルテミア投与期以降毎日フェオを添加し、残餌アルテミアの強化を行っており、換水率が著しく低く経過したことが一因と考えられる。今後は残餌アルテミアの強化等を考えず、換水を徹底すべきと考えられる。

Ⅲ 中間育成技術開発

1992年4月2日に1R、2Rの生残個体1,460尾（平均全長：1R、4.04cm；2R、3.1cm）を当所全面海域の実験筏生け簀網に収容し中間育成中である。結果の詳細は来年度報告とする。

1992年5月1日測定結果 生残尾数471尾（生残率32.3%）

平均全長 $58.8 \pm 9.9\text{mm}$ 平均尾叉長 $52.4 \pm 8.4\text{mm}$ 平均体重 $1.907 \pm 1.030\text{g}$