

## エツ種苗生産における配合飼料導入時期の検討

松本 昌大・白石 日出人  
(内水面研究所)

下筑後川漁業協同組合では、内水面研究所の指導の下、エツの人工種苗生産及び放流に取り組んでいる。種苗生産の餌として生物餌料（ワムシ及びアルテミア）を用いるが、これらの餌料を栄養強化することにより、エツ種苗の生残率が向上し、安定した生産が実現している。しかし、アルテミアの栄養強化作業には時間と労力、経験を要するため、生産現場では作業の省力化が課題である。

内水面研究所では2015年に生産した40日齢のエツへの配合飼料の給餌に成功し、2016年には1年以上の長期飼育に成功した。配合飼料及び自動給餌器の導入によって、大幅な作業の省力化が期待できるが、40日齢からの給餌では、30日齢で放流する実際の種苗生産現場のニーズに合わない。したがって、生産のより初期から配合飼料を給餌する必要がある。このため、配合飼料の導入が可能な時期を検証したところ、生残率が低くなるものの、10日齢や15日齢の仔魚でワムシからアルテミアを経ずに配合飼料の導入に成功した。これらの種苗は生物餌料のみで生産したものと遜色ない成長で、活力も良好であった。今後は、生残率が向上する配合飼料への切り替え方法や、1日の給餌回数及び給餌量を検討する必要がある。

キーワード：エツ，省力化，生物餌料，配合飼料

エツ *Coilia nusus* は、有明海と筑後川など有明海湾奥部の流入河川の河口域にのみ生息する<sup>1)</sup>カタクチイワシ科の魚類である。本種は5月から8月にかけて河川を遡上し、感潮域の淡水域で産卵する。<sup>2-5)</sup> この遡上群を対象として、筑後川では流しさし網が5月1日から7月20日まで操業されている。福岡県における流しさし網によるエツの漁獲量は、かつては100トン以上あったが、1985年以降減少し、2007年以降、20トン前後と低水準で推移している（図1）。また、環境省の汽水・淡水魚類のレッドリストにおいて、絶滅危惧Ⅱ類のカテゴリーに、水産庁の日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料<sup>6)</sup>では危急種のカテゴリーに位置づけられるなど、資源の

減少が危惧されている。

このような背景から、内水面研究所では1996年よりエツの種苗生産技術に関する研究に着手し、1998年には下筑後川漁業協同組合（以下、漁協という。）に技術指導を行い、翌年からは同漁協がエツの人工種苗生産及び生産魚の放流を行っている。

エツの種苗生産の過程は以下のとおりである。漁業者が刺網により漁獲した親魚を用い、船上において乾導法による人工授精を行う。受精卵を各漁業者が自宅に持ち帰り、くみ置きした河川水を用いて、孵化させる。孵化仔魚は漁協の育成施設に持ち込み、500l ないし1,000l の水槽に収容する。孵化仔魚にはこれまでの知見をもとに、<sup>7,8)</sup>孵化5日後からS型シオミズボワムシ（以下、ワムシという。）を給餌し、10日後頃から徐々にアルテミアに切り替えて、約1ヶ月飼育している。生産した種苗は、漁業者自ら筑後川に放流している。

以前、エツ仔魚は、飼育20日齢から斃死がはじまり、30日齢ではほとんど全滅してしまうなど安定した生産が難しかったが、市販の栄養強化剤により生物餌料（ワムシ及びアルテミア）への栄養強化を行ったところ、生残率、成長が向上した。<sup>9)</sup>また、栄養強化した生物餌料のドコサヘキサエン酸（以下、DHA という。）含有量が増加し、その餌を与えた種苗の魚体中のDHA含有量が

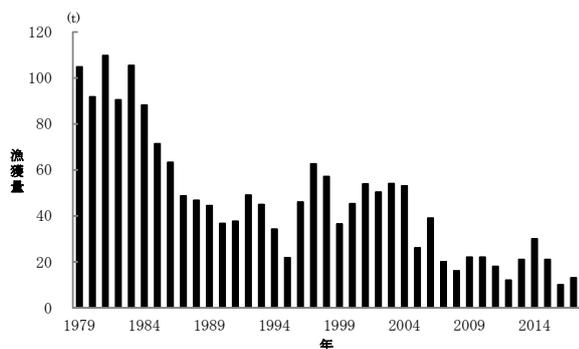


図1 福岡県におけるえつ流しさし網によるエツ漁獲量の推移（水産振興課調べ）

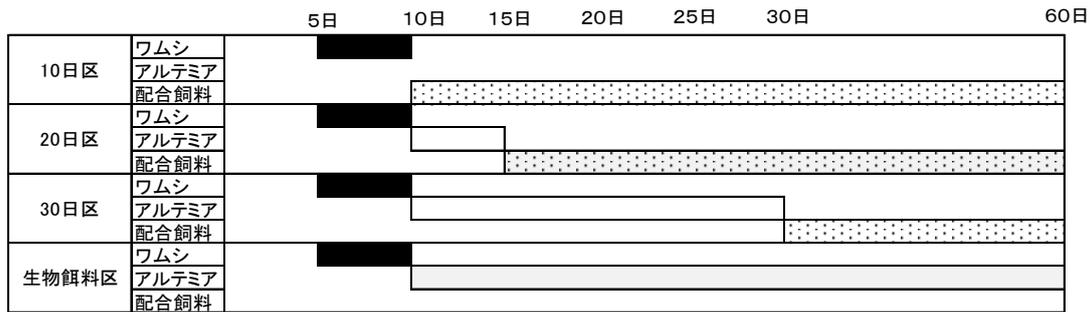


図2 給餌スケジュール（試験1）

増加したため、これまでの斃死の原因は餌料中のDHA不足であると推察された。<sup>9)</sup>

この知見をもとに漁協がアルテミアの栄養強化に取り組んだところ、種苗の生残率が向上し、安定した種苗生産が実現した。ところが、餌料の栄養強化作業は時間と労力、経験を要するため、作業の省力化が生産現場の要望としてある。

当研究所では、2015年に40日齢のエツ稚魚に配合飼料（アンブローズシリーズ：フィード・ワン株式会社）を与えたところ、摂餌を確認し、その後、配合飼料のみで6か月間の飼育に成功した。また、2016年に生産したエツでも配合飼料の餌付けに成功し、1年以上継続飼育している。

自動給餌器による配合飼料の導入は、大幅な作業の省力化が見込まれ、飼育の長期化が容易になると考えられる。エツ種苗を長期間飼育することにより、大型種苗の放流が可能になる他、生理生態についても様々なことが解明されると期待できる。

これまで、40日齢以降のエツに配合飼料を与えたところ、餌付けに成功したことしか分かっておらず、実際に配合飼料での飼育がどの時期から可能か明らかにされていない。また、生産現場ではおよそ30日齢で放流しており、生産のより初期から配合飼料が給餌可能であることが望まれる。今回、配合飼料の給餌開始可能時期について検討したので、報告する。

## 方 法

試験には、漁業者から入手した孵化仔魚を用い、屋内に設置した500ポリエチレンタンク水槽（黒）に収容し、飼育塩分は2とし、自然水温下で循環濾過方式により飼育した。

### 1. 餌料種類変更時に馴致期間を設けない場合（試験1）

5日齢の仔魚を用いて、餌料の種類を即座に変更する試験区を以下のとおり設定した。10日齢以降を配合飼料のみの給餌とする10日区、20日齢以降を配合飼料のみの給餌とする20日区、30日齢以降を配合飼料のみの給餌とする30日区、10日以降を生物餌料のみの給餌とする生物餌料区である（図2）。それぞれの試験区にはエツ仔魚を1,400尾づつ収容した。

5～9日齢までは各試験区共通で、濃縮淡水クロレラ（スーパー生クロレラV12：クロレラ工業株式会社）で培養したワムシを9時と16時に給餌した。1回の給餌量は飼育水1mlに対して40尾とした。

アルテミアの栄養強化は、孵化直後の幼生を栄養強化剤（バイオクロミス：クロレラ工業株式会社）を乳化させた塩水（30psu）に浸漬することでおこなった。浸漬時間は17時間とした。1回の給餌量はエツ1尾に対して360尾とし、9時と16時の2回給餌した。

配合飼料は、自動給餌器（DF-100MS：株式会社中部海洋開発）を用いて給餌した。1日の給餌回数は、アユの種苗生産において経験則として5回としていることから、6～18時に3時間ごとの給餌とした。30日齢まではアンブローズ100（粒径0.08～0.23mm）、以降は200（粒径0.23～0.42mm）を給餌した。給餌量については、今後検証していく必要があるが、アユでは魚体重の3%を給餌していることから、仮の給餌量として以下の量を設定した。過去の飼育試験により、40日齢のエツの平均全長は10日齢7.1mm、20日齢13.8mm、30日齢18.1mm、40日齢32.2mmであり、40日齢の平均体重が0.04gであることから、10日齢、20日齢、30日齢の魚体重をそれぞれ0.01g、0.02g、0.03gと仮定し、その3%を仮の1日の給餌量とした。40日齢以降は、0.04gの3%を仮の1日の給餌量とした。

10日齢から60日齢まで原則毎日斃死魚を計数するとと

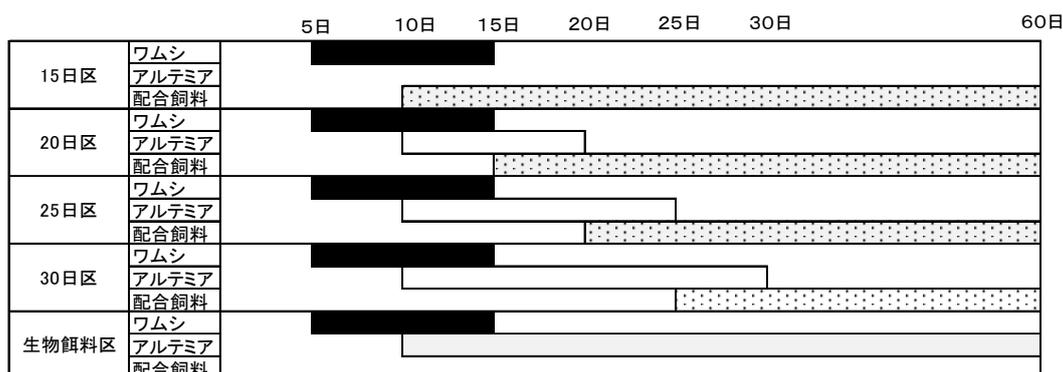


図3 給餌スケジュール（試験2）

もに、60日齢の全長を測定し、各試験区の生残率と全長組成を比較した。また、生物餌料に栄養強化しない場合、衝撃等で麻痺する個体が多く観察されたこと<sup>8)</sup>から、60日齢の稚魚10尾を3Lビーカーに収容し、1mの高さから水深10cmの水面に稚魚を3Lの水ごと落とし、衝撃を与えることで麻痺する個体の有無で活力を判定した。

## 2. 餌料種類変更時に馴致期間を設ける場合（試験2）

2日齢の仔魚を用いて、餌料の種類が即座に変わることによって摂餌ができず餓死する可能性を考慮し、餌の種類が変わる前に両方の餌を与える馴致期間を5日間設け、配合飼料に切り替える試験区を以下のとおり設定した。10～14日齢まではワムシと配合飼料を両方与え、15日齢以降は配合飼料のみの給餌とする15日区、10～14日齢まではワムシとアルテミアを両方、15～19日齢まではアルテミアと配合飼料の両方、20日齢以降は配合飼料のみの給餌とする20日区、10～14日齢まではワムシとアルテミアを両方、15～24日齢まではアルテミアと配合飼料の両方、25日齢以降は配合飼料のみの給餌とする25日区、10～14日齢まではワムシとアルテミアを両方、15～29日齢まではアルテミアと配合飼料の両方、30日齢以降は配合飼料のみの給餌とする30日区、0～14日齢まではワムシとアルテミアを両方、15日齢以降はアルテミアのみを給餌する生物餌料区である（図3）。それぞれの試験区にはエツ仔魚を2,000尾づつ収容した。

ワムシの給餌は、濃縮淡水クロレラ（スーパー生クロレラV12：クロレラ工業株式会社）で培養したものを9時と16時に行った。1回の給餌量は飼育水1mlに対して40尾とした。

アルテミアの給餌は、試験1と同様の方法で栄養強化したものを試験1と同じ時間に、同じ量で行った。

配合飼料（アンブローズ100及び200：フィード・ワン

株式会社）は、試験1と同様に、自動給餌器（DF-100MS：株式会社中部海洋開発）を用いて、6～18時に3時間ごとの1日5回給餌した。30日齢まではアンブローズ100、以降は200を給餌した。1日の給餌量は、仮の給餌量として以下の量を設定した。2016年に飼育した60日齢のエツの上位30尾の平均魚体重（0.75g）を目標値に設定した。試験1と同様に、魚体重の3%を1日の給餌量とした。

15日齢から60日齢まで原則毎日斃死魚を計数するとともに、60日齢の全長を測定し、各試験区の生残率と全長組成を比較した。また、試験1と同様の方法で活力を判定した。

## 3. アルテミア、配合飼料の栄養評価及びエツ種苗のDHA含有量

エツ種苗の斃死にDHAの不足が影響していると考えられているため、<sup>9)</sup>試験1、2に用いた栄養強化したアルテミアと配合飼料について、クロマトグラフィー法によるDHA含有量の分析、マイクロ・ケルダール法による粗タンパク質、クロロホルム・メタノール混液抽出法による粗脂肪の分析を行った。また、試験2に用いた60日齢のエツについて、魚体中のDHA含有量をクロマトグラフィー法により分析し、各試験区で比較した。

## 結 果

### 1. 餌料種類変更時に馴致期間を設けない場合（試験1）

2016年6月14日から8月9日までの試験中の水温を図4に示した。最高水温は32.2℃、最低水温は23.3℃、平均水温は28.1℃であった。

試験期間中の生残率の推移を図5に示した。生物餌料区と30日区は高い生残率を維持し、試験終了時には81.2

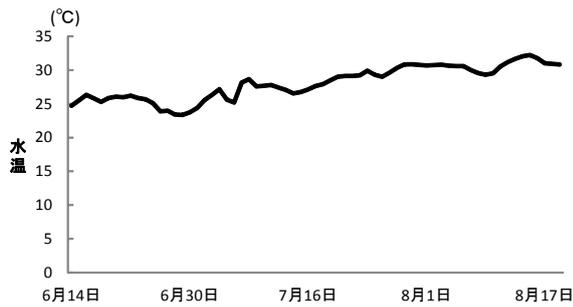


図4 水温の推移（試験1）

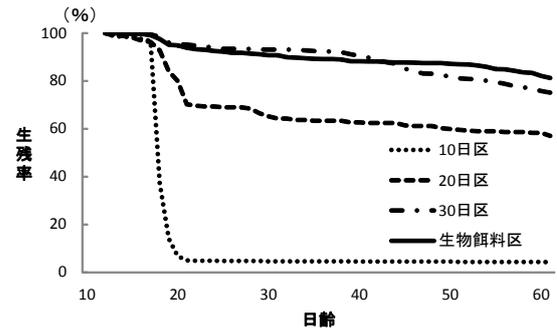


図5 エツ稚仔魚の生残率の推移（試験1）

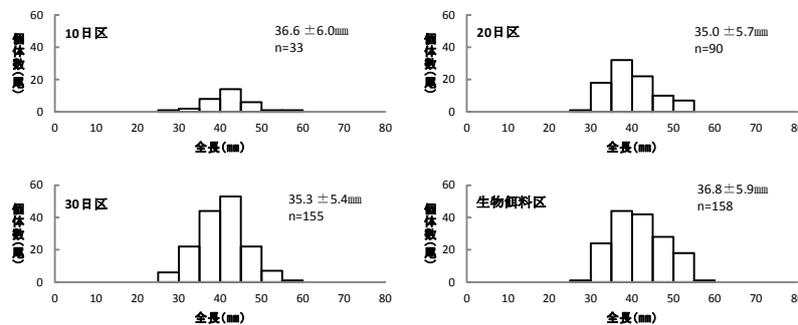


図6 エツ稚魚（60日齢）の全長組成（試験1）

%と75.1%であった。20日区はアルテミアから配合飼料に切り替わる20日に生残率が減少し、その後は安定した。試験終了時には57.1%であった。10日区はワムシから配合飼料に切り替わる10日に生残率が著しく減少し、その後安定した。試験終了時には4.2%であった。

60日齢の全長組成を図6に示した。20日区<30日区<10日区<生物餌料区の順に大きかったが、有意な差はなかった（分散分析： $p>0.05$ ）。

また、各試験区で衝撃によって麻痺する個体はなかった。

## 2. 餌料種類変更時に馴致期間を設ける場合（試験2）

2017年6月5日から8月3日までの試験中の水温を図7に示した。最高水温は31.6°C、最低水温は23.0°C、平均水温は27.3°Cであった。

試験期間中の生残率の推移を図8に示した。15日区<25日区<20日区<30日区<生物餌料区の順で高かった。いずれの試験区もワムシから配合飼料ないしアルテミアに餌が切り替わる15~20日に大きく減耗した。20日区以外はその後、大きな斃死もなく安定した。20日区は30~40日に大きな減耗があったが、その後は大きな斃死はなく安定した。試験終了時の生残率はそれぞれ29.9%、

38.6%、41.0%、61.7%、80.5%であった。

60日齢の全長組成を図9に示した。15日区<25日区<30日区<生物餌料区<20日区の順に大きかったが、有意な差はなかった（分散分析： $p>0.05$ ）。

また、各試験区で衝撃によって麻痺する個体はなかった。

## 3. アルテミア、配合飼料の栄養評価及びエツ種苗のDHA含有量

アルテミア及び配合飼料、過去に分析したエツ漁期に漁場で採集した天然プランクトン<sup>9)</sup>のDHA含有量を図10に示した。アルテミアは11.9mg/gであるのに対し、配合飼料は13.0mg/gと少し含有量が大きかった。また、天然プランクトンは7.9mg/gと前2者より少し含有量が小さかった。

アルテミア及び配合飼料の粗タンパク質比、粗脂肪比を図11に示した。粗タンパク質比はアルテミアが5.2%であったのに対し、配合飼料が55.0%であった。粗脂肪比はアルテミアが1.9%であったのに対し、配合飼料は12.3%であった。いずれも配合飼料の方が高かった。

魚体中のDHA含有量を図12に示した。15日区、20日区、25日区の含有量は、それぞれ11.5mg/g、11.9mg/g、

エツ種苗生産における配合飼料導入時期の検討

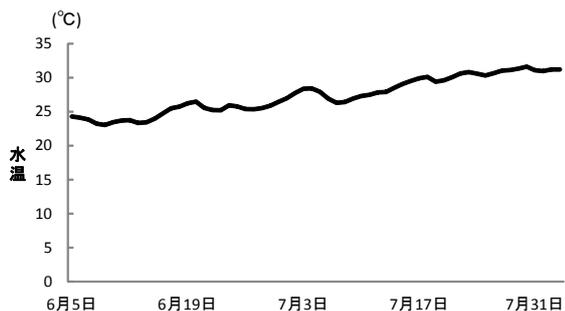


図7 水温の推移 (試験2)

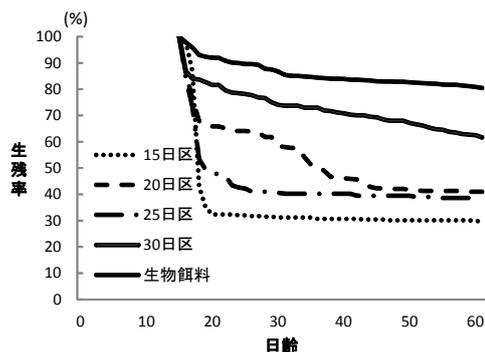


図8 エツ稚仔魚の生残率の推移 (試験2)

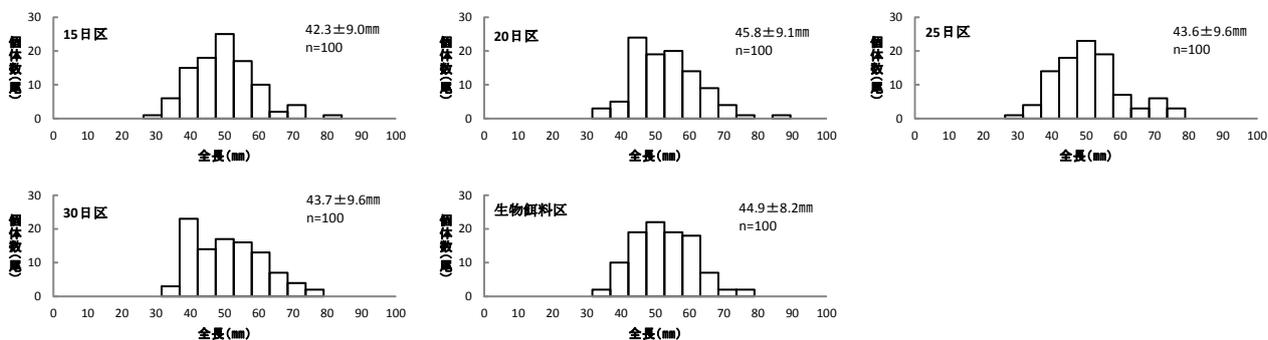


図9 エツ稚魚 (60日齢) の全長組成 (試験2)

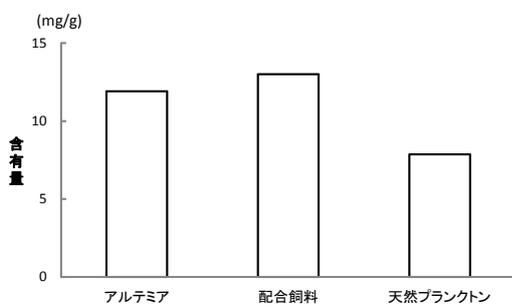


図10 餌料中の DHA 含有量

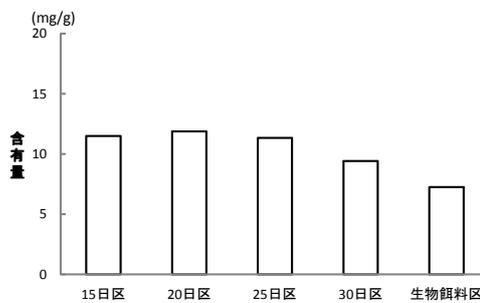


図12 魚体中の DHA 含有量 (試験2)

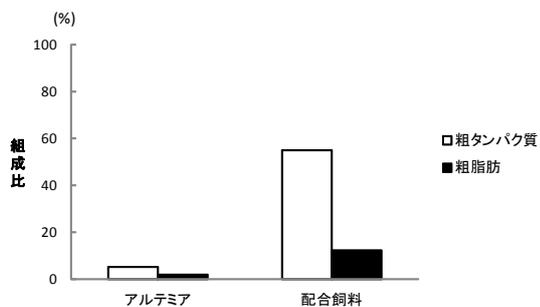


図11 餌料中の粗タンパク質比, 粗脂肪比

11.3mg/g とほとんど変わらなかったが、30日区は9.4 mg/g、生物餌料区は7.3mg/g とそれぞれ前3者の約8割、約6割と低かった。

考 察

試験1及び2の結果から生残率は低いものの、エツ仔魚はワムシから配合飼料に直接切り替えても飼育が可能なのが判明した。しかも、活力判定試験では麻痺個体はおらず、活力は良好であると考えられた。生残率にば

らつきはあるが、今回設定したどの試験区でもワムシから餌の種類が変わった直後（試験1では10日齢、試験2では15日齢）に減耗が大きくなったことから、このときの餌の種類の変更方に課題がある。ワムシから配合飼料に切り替える際に馴致期間を設けた試験2の15日区は、設けなかった試験1の10日区に比べて、生残率が高かった。ワムシから配合飼料に切り替える際は、即座に切り替えるのではなく、両方を与える馴致期間が必要なが示唆された。

自ら泳ぐ生物餌料は比較的長時間水中を浮遊していると考えられるが、配合飼料は沈んでしまえば浮上することはない。生物餌料であれば餌が自然に目の前に泳いでくるまで待っていても摂餌できるが、配合飼料の場合、自ら遊泳しないと摂餌できない可能性がある。しかし、10日齢（全長 $5.6 \pm 0.2$ mm）や15日齢（全長 $7.9 \pm 2.5$ mm）の仔魚は遊泳力が弱く、配合飼料を摂餌できない個体が多く、餓死しているのではないかと考えられた。配合飼料の給餌回数を5回としたが、この回数はアユの基準であり、エツには不十分な回数であったかもしれない。したがって、給餌回数を増やすことにより、仔魚が配合飼料を摂餌できる確率を高めれば、生残率が向上する可能性がある。例えば、同じニシン目魚類のニシンの種苗生産では20日齢から配合飼料を給餌しているが、5～7日間は生物餌料と両方与え、かつ生物餌料の給餌時間の途中の時間に10回程度給餌している。<sup>10)</sup> その他として、水流等により配合飼料ができるだけ長く水中に滞留できる工夫も考えられる。

試験1、2とも、配合飼料を給餌した試験区と生物餌料のみを給餌した試験区の間で全長に差はなかった。配合飼料はDHA含有量、タンパク質比、脂肪比ともアルテミアより高く、配合飼料を長期間摂餌している15日区、20日区、25日区に比べ、30日区や配合飼料を摂餌していない生物餌料区は魚体のDHA含有量が低かった。この結果から配合飼料はアルテミアに比べ、栄養的に優れていると考えられた。ところが、配合飼料を給餌した試験区と生物餌料のみ給餌した試験区では全長に差がみられなかった。ある程度成長したエツは遊泳力が高く、水中に漂う配合飼料を能動的に摂餌しているが、底に沈んだ餌はほとんど摂餌しないと考えられる。実際に残餌はかなり多かった。したがって、もっと効率的に配合飼料を摂餌できるようになれば、成長の向上も期待できる。具体的には、前述と同様、給餌回数を増やしたり、配合飼料の水中での滞留時間を増やす工夫をすることで、摂餌できる確率を増やすことが考えられる。

今回の試験では、試験期間中の残餌量がかなり多く、

供給過多であったと推察できた。今後は生残、成長がよく、かつロスが少ない効率的な給餌回数、量を決定する必要がある。餌料のロスを抑えることができれば、底掃除などのメンテナンス作業の時間が大幅に短縮できるため、自動給餌器による配合飼料の導入は作業の省力化だけでなく、作業時間の短縮に伴う人件費の削減にも期待ができる。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、孵化仔魚の入手にご協力いただいた下筑後川漁業協同組合の塚本辰己中間育成センター長をはじめ、増殖委員、えつ流しさし網漁業者の皆様感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 田北徹. 有明海産エツについて. 長崎大学水産学部研究報告 1967; 22: 45-56.
- 2) 田北徹. 有明海産エツ *Coilia* sp. の産卵及び初期生活史について. 長崎大学水産学部研究報告 1967; 23: 107-122.
- 3) 石田宏一, 塚原博. 有明海及び筑後川下流域におけるエツの生態について. 九州大学農学部学芸雑誌 1972; 26(1-4): 217-221.
- 4) 田北徹, 増谷英雄. エツ *Coilia nasus* の産卵域. 長崎大学水産学部研究報告 1979; 46: 7-10.
- 5) 松井誠一, 富重信一, 塚原博. エツ *Coilia nasus* Temminck et Schlegel の生態学的研究II-卵発生及び仔魚に及ぼす塩分濃度の影響. 九州大学農学部学芸雑誌 1986; 40(4): 229-234.
- 6) 水産庁. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 1994; 160-168.
- 7) 林宗徳, 池田伸義. エツの卵稚仔調査と増殖について. 平成元年度福岡県有明水産試験場研究業務報告 1991; 61-67.
- 8) 篠原直哉. 種苗生産時におけるエツ稚魚の餌料の変化および諸器官の形成状況について. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2013; 23: 9-16.
- 9) 松本昌大, 白石日出人, 篠原直哉. エツ種苗生産における餌料の栄養強化の効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016; 26: 17-24.
- 10) 山本義久. ニシンの種苗生産技術 社団法人日本栽培漁業協会, 東京. 2001.