

あたらしい 水産技術

No.566

駿河湾深層水によるアカザエビ
(スキャンピ)の養殖技術

平成 23 年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 静岡県水産技術研究所では、高い清浄性と低温安定性を特長に持つ駿河湾深層水を用いることでアカザエビの飼育に成功し、さらに飼育装置と飼育技術を開発することによりその養殖技術を確立しました。今回はそれを紹介します。
- (2) カプセルによる飼育
 - ア 格子でできたカプセルに幼生や稚エビを1個体ずつ収容し、カプセル多数を水槽と一緒に収容し、餌料のアルテミアのノープリウス幼生を添加する方法で飼育しました。
 - イ 高い飼育密度でも比較的高い生残率を実現でき、メガロパ幼生期および稚エビ初期において大量にかつ簡易的に飼育する方法を見出しました。
- (3) 環境向上型飼育装置
 - ア メッシュでできた容器に稚エビを1個体ずつ収容し、それを水槽内に列を成して配置し、容器ごとに注水し、水流により排泄物や残餌を排出する飼育装置を考案しました。
 - イ この装置により稚エビ期の生残率が向上し、ふ化後800日で甲長40mm以上の個体も確認され、最小商品サイズまで成長させることができました。
- (4) 引出し型飼育装置
 - ア 引出しを縦横数列ずつ配置した構造で、各引出しに注水管、ばっ気用エア管および排水管を備え、引出しにアカザエビを1尾ずつ収容して飼育する装置を考案しました。
 - イ この装置により、従来の生残率を維持しながら飼育スペースを大幅に圧縮し、アカザエビを効率的に飼育できることを示しました。

2 技術、情報の適用効果

アカザエビは、単価や需要は高いものの資源量が小さいため、増養殖技術の開発が求められていました。従来の飼育用水に表層海水を用いた方法では飼育が困難でしたが、駿河湾深層水を用いることでその養殖技術を確立したことから、需要に応えることができます。

3 適用範囲

アカザエビの種苗生産や養殖を希望する事業者

4 普及上の留意点

- (1) 海洋深層水を用いることが必須なので、それが可能な地域・施設で行う必要があります。
- (2) 親エビまで養成しそれから卵を得ることはまだ実現していないので、抱卵親エビを安定して入手可能であることが必要です。
- (3) 最小商品サイズまで、早いものでも2年以上かかるという成長の遅さがネックとなります。
- (4) 漁期の冬に漁獲されたアカザエビを、引出し型飼育装置と駿河湾深層水を用いて夏まで蓄養し、希少な高級食材として売ることも考えられます。ただし、事前に十分にマーケティング調査を行い、蓄養に要する費用とアカザエビの売価が釣り合うか検討する必要があります。

目 次

はじめに	1
1 深海性甲殻類の飼育に適する駿河湾深層水	1
2 駿河湾深層水でアカザエビを育てる	2
(1) 抱卵親エビの飼育	2
(2) 幼生期の生活史	3
(3) 幼生期および稚エビ初期の飼育条件	3
(4) シェルターによる飼育	6
(5) カプセルによる飼育	7
(6) 管理が容易で良好な環境を保てる個別飼育装置Ⅰ－環境向上型－	8
(7) 管理が容易で良好な環境を保てる個別飼育装置Ⅱ－引出し型－	10
おわりに	11
引用文献	11

はじめに

アカザエビ科のエビ類はヨーロッパでスキャンピなどと呼ばれ、イタリア料理やフランス料理で高級食材として珍重されている食材です。ノルウェーロブスターやニュージーランドロブスターなど世界で18種類が知られており、その多くが深海に生息しています。日本にはアカザエビ、ミナミアカザエビおよびサガミアカザエビの3種類が生息しています。本県の駿河湾や遠州灘ではそのうちのアカザエビ（学名：*Metanephrops japonicus*）が漁獲され、水産上重要な種となっています。アカザエビは体長20cmに達する大型種で、銚子沖から日向灘の水深200～400mの砂泥底に生息し、駿河湾では底曳き網やエビ籠により漁獲されています。アカザエビの単価や需要は高いのですが、その資源量は小さくしかも減少傾向にあるため、増養殖技術の開発が求められています。しかし従来、飼育用水に表層海水を用いた方法では飼育が困難でした。静岡県水産技術研究所では、高い清浄性と低温安定性を特長に持つ駿河湾深層水を用いることでその飼育に成功し、さらに飼育装置と飼育技術を開発することによりその養殖技術を確立しました。今回はそれを紹介します。

1 深海性甲殻類の飼育に適する駿河湾深層水

海洋深層水とは一般に水深200m以深の海水を指し、雑菌や汚染物質が少ないなどの「清浄性」、一年を通して水温が低く安定している「低温安定性」、窒素、リンやケイ素などの無機栄養塩類に富む「富栄養性」などの特長があります。

駿河湾は水深2,500mを超える深海部を有する日本一深い湾であり、深層水が豊富に存在します。この駿河湾の深層水は3層構造をしており、下から太平洋深層水、親潮を起源とする亜寒帯系深層水、そして黒潮系深層水となります¹⁾。

静岡県は平成13年度に、水深687mから亜寒帯系深層水、397mから黒潮系深層水を、日量それぞれ2,000トン取水可能な「駿河湾深層水取水供給施設」を建設しました。さらに、駿河湾深層水の水産分野における利用研究を推進するため、平成16年度に水産技術研究所内に「駿河湾深層水水産利用施設」を設置しました。

駿河湾深層水水産利用施設においては、主に、深層水の「低温安定性」と「富栄養性」を利用して海藻および植物プランクトンの培養とその利用技術の開発研究、そして「清浄性」と「低温安定性」を利用して深海性甲殻類の飼育技術の開発研究を行ってきました。

深海性甲殻類には、アカザエビのほかにも、タカアシガニやオオエンコウガニなど、産業上重要な種が多く、その増養殖を目指して種苗生産や飼育が試みられてきました。しかし、表層海水を用いた従来の方法では飼育が困難で、極めて低い生残率に終わっていました。その原因には、表層海中にはウイルスや細菌などの微生物が多数存在するため疾病が発生しやすいことと、夏季に水温が上昇し、深海性甲殻類の生息適水温の上限を突破してしまうことがあげられます。水温は冷却機で冷やすことも可能ですが、その場合飼育水をかけ流すと電気代が膨大になってしまうことから、通常は飼育水を循環して使用します。しかしそうすると、微生物のさらなる増殖を招くおそれが高くなってしまいます。

この点、駿河湾深層水などの海洋深層水を飼育水に用いることで、その「清浄性」と「低温安定性」という特長により、上記の問題が解決されます。水深350～700mの駿河湾深層水の生菌数は表層水の約100分の1であり、水温は年間を通して約10～5℃で安定しています。駿河

湾深層水を飼育水に用いることにより、これまでにアカザエビのほか、タカアシガニ、サクラエビ、オオエンコウガニおよびイバラガニモドキで、長期間の飼育に成功しています。特にサクラエビについては、駿河湾深層水水産利用施設において 207 日間という長期飼育の新記録を打ち立てました。

2 駿河湾深層水でアカザエビを育てる

世界的に見ても、18 種類のアカザエビ類の中で、ふ化から稚エビまでの人工飼育に成功したという報告があるものは 3 種類しかなく、アカザエビ類の養殖に関する知見は非常に乏しく、まして商業的養殖を試みた事例は見当たりません。先に述べたように、海洋深層水は深海性甲殻類の飼育に適しています。そこで、駿河湾深層水を用いてアカザエビのふ化からの飼育を試みました。その結果最小商品サイズまでの飼育に成功したので、以下に紹介します。

(1) 抱卵親エビの飼育

アカザエビの種苗生産を行ううえでまず必要なことは、抱卵している親エビを、卵がふ化するまで継続して飼育することです。しかし、抱卵したアカザエビ成体の飼育に関する知見はこれまでほとんどありません。そこで抱卵親エビの飼育方法とそれに対する深層水の効果を検討しました。

ア 深層水と表層水の比較(1)－親エビの生残率と脱皮頻度および幼生のふ化－

飼育水の条件として、水深 397m から取水した駿河湾深層水を飼育水に用いた区(深層水区)と水深 24m から取水した表層海水を飼育水に用いた区(表層水区)を設定しました。それぞれ 1.5 トン容の水槽内に通水性の 20 L 容飼育容器を 10 個と 9 個設置し、その中に駿河湾で漁獲された頭胸甲長 46.1~64.0mm の抱卵アカザエビを 1 個体ずつ収容して飼育しました。飼育用水は、水槽に約 10 回転/日程度の換水率となるように注入し、水温を、深層水区では平均 14.9 (12.1~17.0) °C、表層水区では平均 15.4 (12.2~17.8) °C に調節し、飼育容器内を流水状態としました。実験開始から 300 日後まで飼育し、餌料には冷凍サクラエビを 1 日おきに十分量与え、残餌等は毎日除去し、アカザエビの生残と脱皮および幼生のふ化状況等を観察しました。

深層水区と表層水区のアカザエビの生残率は、実験開始 100 日後はそれぞれ 90% と 78%、200 日後は 90% と 44%、300 日後は 90% と 22% であり、深層水区と表層水区との間には 214 日後以降有意な差 (χ^2 検定、 $p < 0.05$) が認められ、深層水区の生残率のほうが高くなりました。

脱皮が観察された個体数は、深層水区で 10 個体、表層水区で 6 個体であり、それぞれ 1 回ずつ脱皮し、深層水区のほうが多くなる傾向にありました。

幼生のふ化が観察された個体数は、深層水区で 4 個体、表層水区で 2 個体であり、幼生のふ化が観察された個体は深層水区のほうが多い傾向にありました。

このように、駿河湾深層水で飼育することにより生残率、脱皮頻度および幼生のふ化の向上が認められ、駿河湾深層水は成体アカザエビの生残、成長および幼生のふ化に好影響をもたらしました。

イ 深層水と表層水の比較(2)－親エビ 1 個体当たりのふ化幼生数－

飼育用水に駿河湾深層水を用いる区（深層水区）と表層水を用いる区（表層水区）を設け、それぞれ駿河湾で漁獲された抱卵アカザエビを 14 個体と 27 個体収容しました。水温はともに 15 (12.1~17.0) °C としました。飼育容器、換水率および餌料は上記の A と同様にしました。200 日間飼育して親エビの生残と幼生のふ化の状況を観察しました。

その結果、生残率は、飼育開始 100 日後で深層水区が 93%、表層水区が 82%、200 日後でそれぞれ 86% と 41% でした。また、幼生がふ化した個体の数とその供試個体数に対する割合は、深層水区で 10 個体と 71%、表層水区で 9 個体と 33% でした。これらの 1 親当たりの平均ふ化幼生数は、深層水区で 143 個体、表層水区で 149 個体であったことから、供試親エビ 1 個体当たりのふ化幼生数は、深層水区が 102 個体となったのに対し、表層水区は 50 個体となり、深層水で抱卵親エビを飼育すると表層水に比べて 2 倍の幼生を確保できる可能性が示されました（特許第 4734509 号）。

ウ 飼育水温の検討(1)－親エビの生残率－

水温条件として、10 (8.6~10.7) °C、14 (13.0~16.3) °C および 18 (16.0~18.4) °C の 3 実験区を設定し、それぞれ駿河湾で漁獲された抱卵アカザエビを 9 個体、11 個体および 6 個体収容しました。飼育用水は 3 実験区とも駿河湾深層水を使用しました。飼育容器、換水率および餌料は上記の A と同様にしました。実験開始後 200 日まで飼育して、アカザエビの生残状況等を確認しました。

その結果、10°C 区、14°C 区および 18°C 区の生残率は、飼育開始 100 日後でそれぞれ 100%、100% および 83%、200 日後で 78%、82% および 0% となり、半年以上飼育する場合においては、水温 14°C 以下が適していることが示されました（特許第 4734509 号）。

(2) 幼生期の生活史

アカザエビの飼育事例はこれまでにほとんどありません。そこで、駿河湾で漁獲された抱卵親エビからふ化した幼生を飼育して、幼生期の成長過程を観察しました。卵からふ化した幼生はプレゾエア幼生であり、摂餌せずに、約半数がふ化後 1 時間以内に、そして 22 時間以内にはすべての個体が脱皮して、ゾエア幼生期を経ることなく直接メガロパ幼生となりました。初期成長過程が報告されている他のアカザエビ類 4 種では、いずれもメガロパ幼生期の前にゾエア幼生期が 1~3 期存在しています。そのため、ふ化からメガロパ幼生期までの生残率は、今回のアカザエビでは 100% でしたが、他種では 10% 以下でした。また、ふ化からメガロパ幼生期までの所要時間は、アカザエビでは数時間でしたが、他種では 3 日以上を要しました²⁻⁶⁾。これらのことから、アカザエビは養殖対象種としての適性が高いことが期待されました。

(3) 幼生期および稚エビ初期の飼育条件

次に、幼生および初期の稚エビの飼育適条件を調べました。

ア 深層水と表層水の比較(3)－幼生および稚エビ初期の生残および成長①－

水深 397m から取水した駿河湾深層水を飼育水に用いる深層水区と、水深 24m から取水した表層水を用いる表層水区の二つの実験区を設定しました。両実験区それぞれ 10 個の 1 L 容ビーカーを使用し、1 ビーカーに甲長 3.6~3.8mm のメガロパ幼生を 1 個体ずつ収

容しました。両実験区ともウォーターバスにより水温を平均 15.1 (14.0~15.8)℃ に調整し、緩やかに通気しました。飼育水の交換は、あらかじめ飼育水を満たした別の飼育容器に幼生を移し替えることにより、1日おきに行いました。餌料としてアルテミアのノープリウス幼生を5個体/mLになるように投与し、クルマエビ用の配合飼料を併用しました。ほぼ毎日、生残および脱皮状況を観察しました。稚エビに変態してからもメガロパ期と同様の方法で飼育し、ふ化後150日まで飼育を継続しました。

実験開始15~18日後に、深層水区および表層水区ともに1齢の稚エビに変態した個体が出現し、それらの甲長は4.0~4.2mmでした。深層水区では9個体(90.0%)が、表層水区では7個体(70.0%)が変態しました。実験開始150日後までに、両実験区とも6齢の稚エビに成長した個体が出現し、それらの甲長は9.2~10.1mmでした。深層水区および表層水区において、2~5齢の稚エビに成長した個体はそれぞれ8個体(80.0%)と6個体(60.0%)、6齢の稚エビに成長した個体は7個体(70.0%)と5個体(50.0%)でした。また、深層水区の生残率のほうが高い傾向にありました。

以上のとおり、駿河湾深層水はアカザエビの幼生および稚エビの生残および成長に好影響をもたらしました。

イ 飼育水温の検討(2) - 幼生の稚エビへの変態 -

飼育水温を、4(平均4.3)℃、8(平均7.8)℃、13(平均12.8)℃、15(平均15.2)℃、17(平均16.5)℃、20(平均19.7)℃および23(平均22.7)℃に設定した7つの実験区を設けました。1実験区に1個の1L容ビーカーを使用し、1ビーカーにメガロパ幼生を4個体ずつ収容して飼育しました。餌料には、アルテミアのノープリウス幼生とサクラエビ肉の細片を併用し、飼育水には表層水を使用しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のAと同様にしました。

その結果、8~20℃区において1齢の稚エビへの変態が観察され、8℃区で1個体(25.0%)、13℃区で1個体(25.0%)、15℃区で2個体(50.0%)、17℃区で3個体(75.0%)および20℃区で1個体(25.0%)が変態しました(特許第4734509号)。

ウ 飼育水温の検討(3) - 幼生および稚エビ初期の生残および成長② -

飼育水温を、8(平均8.8)℃、10(平均9.8)℃、14(平均14.5)℃および18(平均18.0)℃に設定した4つの実験区を設けました。8℃区6個、10℃区6個、14℃区16個および18℃区10個の1L容ビーカーを使用し、1ビーカーにメガロパ幼生を1個体ずつ収容しました。餌料には、アルテミアのノープリウス幼生とクルマエビ用配合飼料を併用し、飼育水には深層水を使用しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のAと同様にしました。3齢の稚エビに脱皮するまで飼育を継続しました。

8℃区、10℃区、14℃区および18℃区ともに、1齢の稚エビに変態した個体があり、それぞれ4個体(66.7%)、6個体(100%)、16個体(100%)および10個体(100%)でした。3齢の稚エビに成長した個体は、それぞれ4個体(66.7%)、4個体(66.7%)、15個体(93.8%)および10個体(100%)でした。

実験開始から1齢の稚エビに脱皮するまでの平均所要日数は、8℃区で40.8(37~47)日、10℃区で30.8(30~32)日、14℃区で15.2(14~17)日および18℃区で12.4(12~13)日、実験開始から3齢稚エビに脱皮するまでは、それぞれ142.8(133~150)日、121.8

(115～131)日、57.3(55～60)日および48.2(45～52)日でした。メガロパ幼生および稚エビの成長速度は、水温が高いほど速くなりました。

生残および成長の結果から、水温 14～18℃ が飼育適水温と考えられました(特許第 4734509 号)。

エ 餌料の検討(1)－幼生および稚エビ初期の生残および成長③－

餌料として、アルテミアのノープリウス幼生、サクラエビ肉の細片、アミエビおよび配合飼料をそれぞれ与えた、4つの実験区を設定しました。1実験区につき10個の1L容ビーカーを使用し、1ビーカーにメガロパ幼生を1個体ずつ収容しました。飼育水は表層水を使用し、水温を平均15.2℃に調整しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のと同様にしました。4齢の稚エビに脱皮するまで飼育を継続しました。

アルテミアノープリウス区、サクラエビ細片区、アミエビ区および配合飼料区ともに、実験開始16～19日後に1齢の稚エビに変態し、その個体数と割合はそれぞれ、10個体(100%)、9個体(90.0%)、6個体(60.0%)および10個体(100%)でした。さらに4齢の稚エビに成長した個体はそれぞれ、8個体(80.0%)、3個体(30.0%)、2個体(20.0%)および7個体(70.0%)でした。実験開始から4齢の稚エビに脱皮するまでの平均所要日数は、それぞれ95.4(89～106)日、86.3(85～89)日、91.0(85～97)日および105.1(93～114)日でした。アルテミアのノープリウス幼生、サクラエビ肉の細片、アミエビおよび配合飼料のいずれにおいても稚エビまでの成長が可能でした。4齢までの生残率から、初期餌料としてアルテミアのノープリウス幼生と配合飼料が有効と考えられました(特許第 4734509 号)。

オ 餌料の検討(2)－アルテミアノープリウス幼生の有効性－

餌料として、アルテミアのノープリウス幼生を与える区、配合飼料を与える区および両者を併用する区の3つの実験区を設定しました。1実験区につき10個の1L容ビーカーを使用し、1ビーカーにメガロパ幼生を1個体ずつ収容しました。飼育水には深層水を使用し、水温を平均15.1℃に調整しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のと同様にしました。4齢の稚エビに脱皮するまで飼育を継続しました。

アルテミアノープリウス区、配合飼料区および併用区ともに、実験開始15～20日後に1齢の稚エビに変態し、その個体数と割合はそれぞれ、10個体(100.0%)、10個体(100.0%)および10個体(100.0%)であり、さらに4齢の稚エビに成長した個体はそれぞれ、9個体(90.0%)、6個体(60.0%)、8個体(80.0%)でした。実験開始から4齢の稚エビに脱皮するまでの平均所要日数はそれぞれ、85.3(78～97)日、94.5(88～104)日および78.4(76～86)日でした。餌料としてアルテミアのノープリウス幼生と配合飼料は有効であり、両者を併用することにより稚エビの成長に好影響がもたらされました(特許第 4734509 号)。

カ 飼育密度の検討(1)－1齢稚エビまでの生残率－

飼育密度を、1Lあたり0.5個体、1個体、1.5個体、4個体および7.5個体にした、5つの実験区を設定しました。いずれの実験区とも飼育容器に2L容のフィンガーボウルを用い、0.5個体区はボウル3個にそれぞれ1個体ずつ計3個体、1個体区はボウル1個に2個体、1.5個体区はボウル1個に3個体、4個体区はボウル1個に8個体および7.5

個体区はボウル1個に15個体、メガロパ幼生を収容しました。餌料には、アルテミアのノープリウス幼生とサクラエビ肉の細片を併用しました。飼育水には表層水を用い、水温を平均15.2℃に調整しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のアと同様にしました。

0.5個体区、1個体区、1.5個体区、4個体区および7.5個体区ともに、実験開始15～17日後に1齢の稚エビに変態し、その個体数と割合はそれぞれ、3個体(100.0%)、2個体(100.0%)、3個体(100.0%)、3個体(37.5%)および3個体(20.5%)でした。1.5個体/L以下の密度で生残率が高く、それ以上密度が増加すると生残率は低下しました(特許第4734509号)。

キ 飼育密度の検討(2)－3齢稚エビまでの生残率－

飼育密度を、1個体/L、4.5個体/Lおよび14個体/Lとした、3つの実験区を設定しました。1個体区は1L容ビーカー1個に1個体ずつ計10個体、4.5個体区は6L容の水槽1個に27個体、14個体区は5L容の水槽1個に70個体、メガロパ幼生を収容しました。餌料にはアルテミアのノープリウス幼生と配合飼料を併用しました。飼育水には深層水を使用し、水温を平均15.1℃に調整しました。水温の調整、通気および飼育水の交換は上記のアと同様にしました。ふ化60日後まで飼育を継続しました。

1個体区、4.5個体区および14個体区ともに、実験開始15～18日後に1齢の稚エビに変態し、その個体数と割合はそれぞれ、8個体(80.0%)、2個体(7.4%)および2個体(7.1%)でした。さらに3齢の稚エビへ成長した個体数と割合は、8個体(80.0%)、1個体(3.7%)および1個体(1.4%)でした。1個体/Lの低密度で稚エビの生残が良好でした(特許第4734509号)。

(4) シェルターによる飼育

前述の諸実験の結果から、餌料には、アルテミアのノープリウス幼生のほか、サクラエビ肉の細片やクルマエビ用の配合飼料を用いても成長が見られること、飼育水には、表層水よりも深層水を用いたほうが生残率が高いこと。水温は8～20℃の範囲で成長可能であったが、14～18℃で生残が良好であり、この範囲では水温が高いほど成長速度が速いこと、そして、低い飼育密度でなければ高い生残率は期待できないことがわかりました。

高い飼育密度で生残率が大きく低下する原因として、共食い等の影響が考えられました。そこでそれをやわらげることを目的に、シェルターの効果を検討しました。

ア シェルターの効果(1)－格子状のシェルター－

6L容の角型水槽を2個用意し、一方の水槽に格子状のシェルターを取り付け、27個体ずつメガロパ幼生を収容しました。餌料にはアルテミアのノープリウス幼生と配合飼料を併用しました。飼育水には深層水を使用し、水温を平均15.1℃に調整しました。水温調整、通気および飼育水の交換はこれまでと同様にしました。ふ化60日後まで飼育を継続しました。

実験開始15～18日後に1齢の稚エビへ変態し、その生残数と率は、シェルターのある区で5個体(19.0%)、ない区で2個体(7.4%)でした。さらに、3齢の稚エビへ成長した個体の生残数と率はそれぞれ3個体(11.0%)と1個体(3.7%)でした。

イ シェルターの効果(2)ーネット状のシェルターー

5 L容の円形水槽を2個用意し、一方の水槽にネット状のシェルターを取り付け、70個体ずつメガロパ幼生を収容しました。これ以外の条件は上記アと同様にしました。

実験開始15～18日後に1齢の稚エビへ変態し、その生残数と率は、シェルターのある区で13個体(19.0%)、ない区で5個体(7.1%)でした。さらに、3齢の稚エビへ成長した個体の生残数と率はそれぞれ4個体(5.7%)と1個体(1.4%)でした。シェルターの存在が稚エビの生残に好影響をもたらしました(特許第4734509号)。



図1 格子でできたカプセルにメガロパ幼生や稚エビを1個体ずつ収容する

(5) カプセルによる飼育

前述のとおり、シェルターには一定の効果が認められましたが、生残率はまだまだ低い値でした。この低い生残率を根本的に解決するにはやはり1個体ずつ個別に飼育するしか方法はないと思われました。しかし、1 L容ビーカーを飼育容器として用いるような方法では、1個体ずつ飼育することは、飼育スペース、餌料および労力等で、たいへん効率が悪くなります。そこで次のような方法を考案しました。

すなわち、餌料であるアルテミアのノープリウス幼生は自由に出入りできるが、アカザエビのメガロパ幼生や稚エビは出入りできない大きさの目合いの格子でできたカプセル、具体的な例としては組織標本を作るときに用いる容器(直径35mm、高さ8mm、目合い2mm)などに、メガロパ幼生や稚エビを1個体ずつ収容し(図1)、そのカプセル多数を水槽と一緒に収容し(図2)、そこへ餌料のアルテミアのノープリウス幼生を添加するという方法です。以下にこの方法による飼育実験を示します。



図2 幼生や稚エビを収容したカプセル多数を水槽と一緒に収容する

ア カプセルによる飼育(1)ー生残率ー

養殖容器の条件として、ビーカー区、カプセル区および水槽区の3実験区を設定しました。ビーカー区は、1 L容のビーカー1個にメガロパ幼生を1個体ずつ計10個体収容しました(1個体/L)。カプセル区は、前述の組織標本作成用容器1個にメガロパ幼生を1個体ずつ計175個体収容しました。そしてこのカプセル175個を5 L容円形水槽1個に収容して飼育しました(35個体/L)。水槽区は、35 L容コンテナ1個にメガロパ幼生を30個体収容し飼育しました(0.86個体/L)。餌料には、アルテミアのノープリウス幼生

を用い、カプセル区ではカプセルを収容した水槽内に餌料を添加しました。飼育水には深層水を使用し、水温を平均 15.1℃ に調整しました。水温調整、通気および飼育水の交換はこれまでと同様にしました。幼生あるいは稚エビを収容したカプセルは、途中で交換することなく、実験終了まで使用しました。ふ化後 40 日まで飼育を継続しました。

ビーカー区、カプセル区および水槽区ともに、実験開始 15～18 日後に 1 齢の稚エビへ変態し、その生残数と率はそれぞれ 9 個体 (90.0%)、148 個体 (85.0%) および 15 個体 (50.0%) でした。さらに 3 実験区とも 2 齢の稚エビへ成長し、それぞれ 8 個体 (80.0%)、101 個体 (57.7%) および 2 個体 (6.7%) でした。カプセルを使用することにより、高い飼育密度でも比較的高い生残率を実現でき、メガロパ幼生期および稚エビ初期において大量にかつ簡易的に飼育する方法を見出しました (特許第 4734509 号)。

イ カプセルによる飼育(2)－効率性－

カプセルを用いて種苗生産を試みました。すなわち、上記アの、カプセルを 5 L 容水槽に収容する方法を延べ 10 回行い、メガロパ幼生を計 1,160 個体飼育したところ、2 齢の稚エビを計 763 個体生産でき、平均生残率は約 7 割に達しました。これと同数の稚エビの生産を 1 L 容ビーカーで個別飼育して行った場合を試算すると、カプセル飼育ではビーカー飼育に比べて作業時間を 64%、飼育スペースを 93%削減できることがわかりました。

(6) 管理が容易で良好な環境を保てる個別飼育装置 I－環境向上型－

稚エビが 3 齢に変態するとまもなく、上記のカプセルでは飼育スペースが狭くなってしまいます。そこで、新たな個別飼育装置を考案しました。これは個別飼育できるだけでなく、飼育管理が容易で、しかも飼育環境を良好に保てるよう工夫したものです。以下にこの環境向上型飼育装置について説明します。

メッシュでできた飼育容器に稚エビを 1 個体ずつ収容し、その容器を水槽内に列を成して配置します。飼育容器は水槽底面から離し、そこに散気管を配置してばっ気します。容器ごとに上方から飼育水を供給する注水管を配置します。さらに、水槽底部に一定方向の水流を作り、排泄物や残餌を排出します (図 3 および図 4)。以下にこの飼育装置による飼育実験を示します。

ア 環境向上型飼育装置－日齢 400 日までの生残率－

上記の飼育装置を用いた区 (環境向上型区) と対照区の 2 つの実験区を設定しました。環境向上型区では、1500L 容水槽内に、排泄物や残餌が通り抜ける目合いのメッシュでできた約 2 リットル容の飼育容器を、水槽の底面に接しないように架台の上に置きました。そして飼育容器ごとに上方から飼育水を注水するとともに、各飼育容器がまんべんなくばっ気されるようにしました。さらに、水槽の底面付近に一定方向の水流をつくり、排泄物や残餌が排出口へ流されて外部へ排出されるようにしました。対照区では、1500L 容水槽内に、上記と同じ飼育容器を水槽底面上に直接置き、水槽内の一箇所から飼育水を注水しました。各飼育容器に、日齢 100 日で頭胸甲長 7～8 mm の稚エビを 1 個体ずつ収容し、環境向上型区では 79 個体、対照区では 24 個体を飼育しました。両実験区とも、飼育水には深層水を使用して水温を約 15℃ に調節し、餌料は冷凍アメエビとサクラエビとを 2 日おきに十分量与え、300 日間 (日齢 400 日まで) 飼育しました。

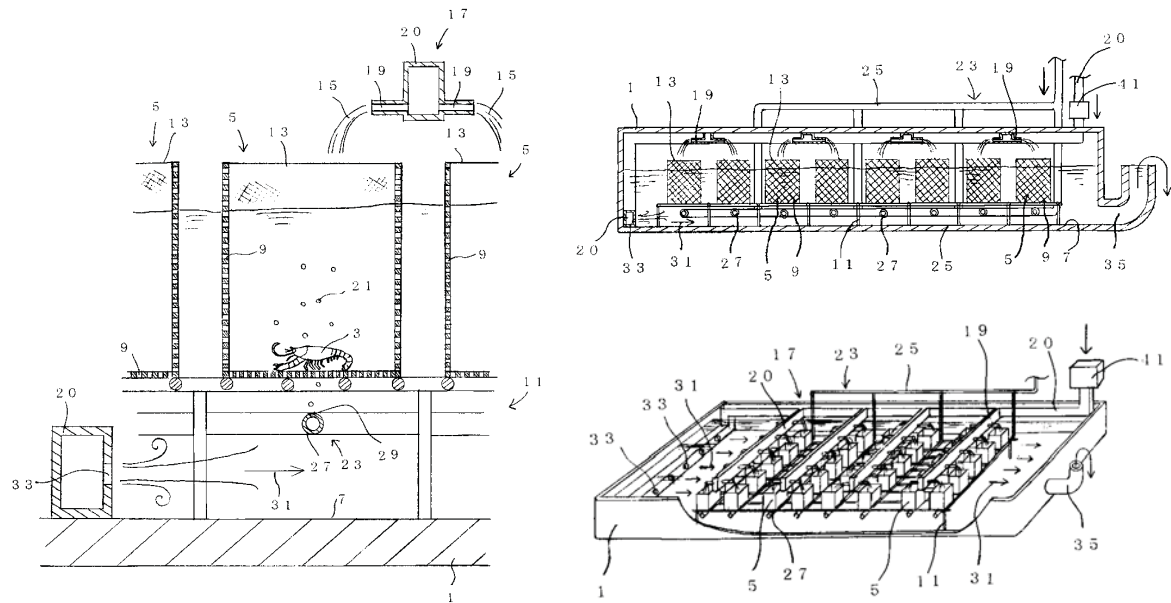


図3 環境向上型飼育装置

左：飼育容器断面図 右上：飼育装置断面図 右下飼育装置全体図

1水槽 3甲殻類 5飼育容器 7底面 9メッシュ 11架台 13開口部 15 飼育水
17飼育水供給配管 19注水口 20飼育水供給管 21気泡 23空気供給配管 25通気管
27散気管 29空気孔 31水流 33注水口 35排出口 41水温調節機

環境向上型区と対照区の稚エビの生残率はそれぞれ、実験開始 100 日後で 94.9%および 54.2%、200 日後で 81.0% および 12.5%、300 日後で 68.4% および 4.2% となり、環境向上型区と対照区の間には、100 日後以降有意な差 (χ^2 検定、 $p < 0.001$) が認められ、環境向上型区の生残率が高くなりました。

以上の結果により、アカザエビ稚エビの飼育において、環境向上型飼育装置は生残率の向上に効果があることが示されました（特許出願中：特願 2006-215625 および特願 2008-022194）。



図4 環境向上型飼育装置

イ 環境向上型飼育装置一日齢 800 日までの生残率と成長

飼育水には深層水を用い、水温は 14℃ に設定し、餌料はアルテミアのノープリウス幼生 → アミ → サクラエビ肉の細片とし、日齢 30 日（2 齢稚エビ）までカプセルで飼育し、その後は環境向上型飼育装置で飼育しました。その結果、生残率および平均甲長は、日齢 200 日で 81.8% および 15.7mm、400 日で 63.6% および 24.5mm、600 日で 48.5% および 30.3mm、800 日で 27.3% および 36.1mm となり 40mm 以上の個体も確認され、最小商品サイズまで成長させることができました。



図5 引出し型飼育装置

(7) 管理が容易で良好な環境を保てる
個別飼育装置Ⅱ－引出し型－

上記のとおり、カプセル方式と環境向上型飼育装置を用いることで、最小商品サイズまで飼育が可能となりました。しかし、これくらいの大きさになってくると、環境向上型飼育装置の飼育容器では手狭になってきます。そこで、さらに飼育を継続してより大きな個体を得るための、個別に、かつ管理が容易で、しかも環境を良好に飼育できる装置を考案しました。

この装置は以下のようなものです。すなわち、引出し式のピペットケースをいくつも連結したような構造、すなわち、奥行きのある引出しを縦横数列ずつ配置した構造をしており、引出し一つ一つに注水管、ばっ気用のエア管および排水管を備えています。この引出しにアカザエビを1尾ずつ収容して飼育するのです（図5および図6）。以下にこの引出し型飼育装置による飼育実験を示します。

上記の引出し型飼育装置を用いた飼育区（引出し型区）と対照区の2つの実験区を設定しました。引出し型区では、約4L容の引出し状飼育容器8個を2列4段に配置し、底面積0.14m²、容積0.051m³のケースに収め、そのケース3つを横に並べました。それぞれの引出し状飼育容器内に一か所ずつ注水口と排水口を設けるとともに、各飼育容器内にエアストーンを置いてばっ気しました。対照区では、5,000L容水槽内に底面積0.267m²、容積0.083m³のコンテナ6個を平面的に設置し、各コンテナを4つのスペースに区切りました。この1区画の容積は約18Lでした。そして5,000L容水槽の一か所から注水しました。引出し型区の飼育容器あるいは対照区のコンテナを区切ったスペースに、駿河湾で漁獲された頭胸甲長4～6cmのアカザエビを1個体ずつ収容し、引出し型区では24個体、対照区では23個体を飼育しました。飼育水には深層水を使用し、水温は約7℃に調節し、餌料には冷凍サクラエビを用いて2日おきに十分量与えました。実験開始300日後まで飼育しました。

引出し型区と対照区のアカザエビの生残率はそれぞれ、実験開始100日後で83.3%および95.7%、200日後で79.2%および82.6%、300日後で66.7%および56.5%であり、両区の

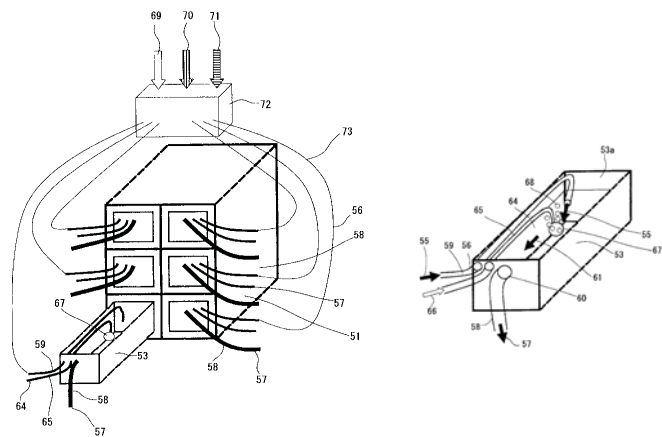


図6 引出し型飼育装置

左 引出し状飼育容器をケースに収めた状態

右 引出し状飼育容器の詳細

- 51ケース 53飼育容器 53a飼育容器の上端 55注水
- 56 注水 57排水 58排水管 59注水管 60排水口
- 61 引出し方向 64通気 65通気管 66空気
- 67エアストーン 68気泡 69表層水 70深層水
- 71淡水 72水温調節機 73注水管

間には有意な差は認められませんでした (χ^2 検定、 $p>0.05$)。

しかし、飼育に要する1個体あたりの底面積は、対照区では 0.067m^2 であるのに対し、引出し型区では 0.018m^2 となり、引出し型飼育装置により飼育スペースを対照区の27%に圧縮することができました。今回は1ケース4段の引出し型飼育装置3ケースを横に並べて用いましたが、仮に3ケースを縦に積み重ねて12段にした場合は、飼育に要する面積は同じままで収容量をさらに3倍に増やすことができ、その場合飼育に要する1個体あたりの面積は対照区の9%にまで小さくなります。

以上の結果により、引出し型飼育装置を用いることで、従来の生残率を維持しながら飼育スペースを大幅に圧縮し、アカザエビを効率的に飼育できることが示されました（特許出願中：特願 2008-022194）。

おわりに

アカザエビの養殖について技術的には一応のめどがつかいましたが、最小商品サイズに達するまで、速いものでも2年以上かかるという成長の遅さがネックとなります。今後飼育水温や餌料を検討し、より早く育てる技術を開発する必要があります。

その一方で、エビ籠の漁期である冬に駿河湾で良質な活エビとして漁獲されたアカザエビを、引出し型飼育装置と駿河湾深層水を用いて、通常活エビは入手できない夏まで蓄養し、希少な高級食材として売ることも考えられます。実際にこのようにして蓄養したアカザエビを高級イタリアレストランで客に提供していただいたところ、たいへん好評を博しました。もとななる活エビを安定して入手できれば、この蓄養は有効な手段になると期待されます。ただし、事前に十分にマーケティング調査を行い、蓄養に要する費用とアカザエビの売価が釣り合うか検討する必要があります。

参考文献

- 1) 中村保昭, 1982. 水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について. 静岡県水産試験場研究報告, 17, 1-153.
- 2) Figueiredo MJ de, Vilela MH, 1972. On the artificial culture of *Nephrops norvegicus* reared from the egg. Aquaculture, 1, 173-170.
- 3) 内田隆信・道津喜衛, 1973. 練習船長崎丸の採集物報告-IV、ミナミアカザ(アカザエビ科)のふ化と幼生飼育. 長崎大水産研報, 36, 23-35.
- 4) Wear RG, 1976. Studies on the larval development of *Metanephrops challengeri* (Balss, 1914) (Decapoda, Nephropidae). Crustaceana, 30, 113-122.
- 5) 岩田雄治・杉田治男・出口吉昭・Fred I Kamemoto, 1992. サガミアカザエビ、*Metanephrops sagamiensis* 幼生の形態. 水産増殖, 40, 183-188.
- 6) Dickey-Collas M, McQuaid N, Armstrong MJ, Allen M, Briggs RP, 2000. Temperature-dependent stage durations of Irish Sea *Nephrops* larvae. J. Plankton Res., 22, 749-760.

水産技術研究所・深層水科長・吉川昌之

発行年月：平成24年2月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-2676

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>