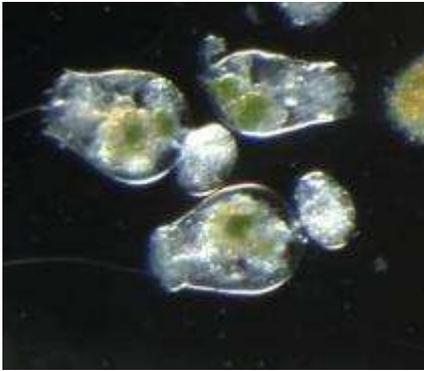


生物餌料マニュアル



目次

1. 生物餌料を扱う施設と設備
2. 生物餌料に用いるプランクトンネット
 - 1)生物餌料用のプランクトンネット
 - 2)生物餌料の濾し取り
3. シオミズツボワムシの培養
 - 1)シオミズツボワムシの概要
 - 2)培養環境
 - 3)シオミズツボワムシの餌
 - 4)植え継ぎ法と間引き法による培養
 - 5)シオミズツボワムシ培養のポイント
4. アルテミアの孵化
 - 1)アルテミアの概要
 - 2)アルテミア孵化槽の準備
 - 3)卵の投入の準備
 - 4)卵の投入と孵化
 - 5)卵殻の分離
5. 生物餌料の栄養強化

※目次各項目をクリックするとジャンプします。

はじめに

海産魚類の種苗生産では、卵や雌個体から産まれてくる仔魚が小さいため、生物餌料と呼ばれるより小さな生物を餌として与えます。本項では、生物餌料として用いられる生物であるシオミズツボワムシの培養とアルテミアの孵化、およびそれぞれの栄養強化について地方独立行政法人北海道立総合研究機構栽培水産試験場で行っている事例について紹介します。

1. 生物餌料を扱う施設と設備

生物試料を扱う建屋：シオミズツボワムシ、アルテミアとも基本的に温暖な環境が必要な生き物です。培養する株にもよりますがシオミズツボワムシの培養水温は 18°C~20°C前後、アルテミアの孵化には 28°Cの海水が必要となります。投げ込み式のヒーターなどもありますが、調温効率を考慮すると、寒冷地では冬季に冷気が常時吹き込むような場所は適さず、一定の断熱性がある建屋が必要です。

通電設備：温暖な地域であっても 200L 以上のアルテミア孵化槽を用いる場合は、1kW のヒーターを複数使用することになるため、5kW 程度の電力が賄える通電設備を設ける必要があります。

揚水設備：シオミズツボワムシ、アルテミアとも常時海水をかけ流す必要はありませんが、培養槽や孵化槽には頻繁に海水を溜めたり、濾しとる際に流海水を用いたりしますので、揚水設備が必要です。揚水する海水については、河川や雨の影響によって塩分濃度があまり変わらない場所から揚水します。また、にごりや汚れはシオミズツボワムシの培養不調や、給餌する飼育魚の病気につながりますので、必要に応じて砂やウレタンマットなどのフィルターでろ過する工程を設けます。

通気設備：シオミズツボワムシやアルテミアを扱う際には、水槽にエアースト

ーンによって通気できるようにする必要があります。このため、コンプレッサーやダイヤフラムポンプなどの通気装置を用意します。ごく小規模であれば観賞魚用のエアープンプも使用できますが、500L 以上の水槽を用いるような規模になると能力不足です。エアの通気は水中へ空気を送ることで、空気中の酸素を溶解する目的と、発生した気泡の流れにより水中を攪拌する目的の二つがあります。気泡の発生量とそこから生まれる攪拌流はポンプからの通気量とエアを設置する水槽の水深、エアーストーンの孔径によって大きく変わってきます(図 1)。このため、使用する水槽の大きさと数、水深などを専門業者などによく相談して機器を選択します。

本マニュアル内でのエアレーション調節の指標とするため、「とても強い」、「強い」、「やや強い」「弱い」の4段階を設定し、各段階にエアレーションした 500L ポリカーボネートタンクの写真を掲載します(図 2)。また、参考として吐出量 7L/min のエアープンプで外径 5mm 内径 3mm のエアーストーン、19mm 角のエアーストーン(規格 KA-

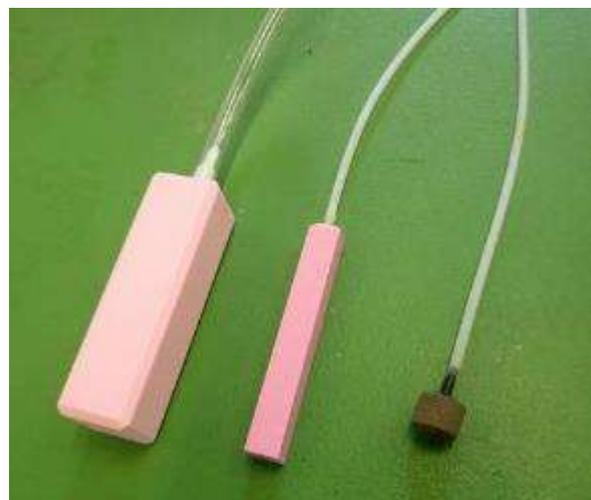


図 1. 各種のエアーストーン
写真のようなブロック状の物からホース状の物など様々な種類がある。気泡が細かいほうが空気の溶解量が多いが、通気量も多く必要となる。

20) で通気した場合の写真を掲載します (図 3)。水槽の形状は円形に限りませんが、本指標を参考に通気量を設定してください。

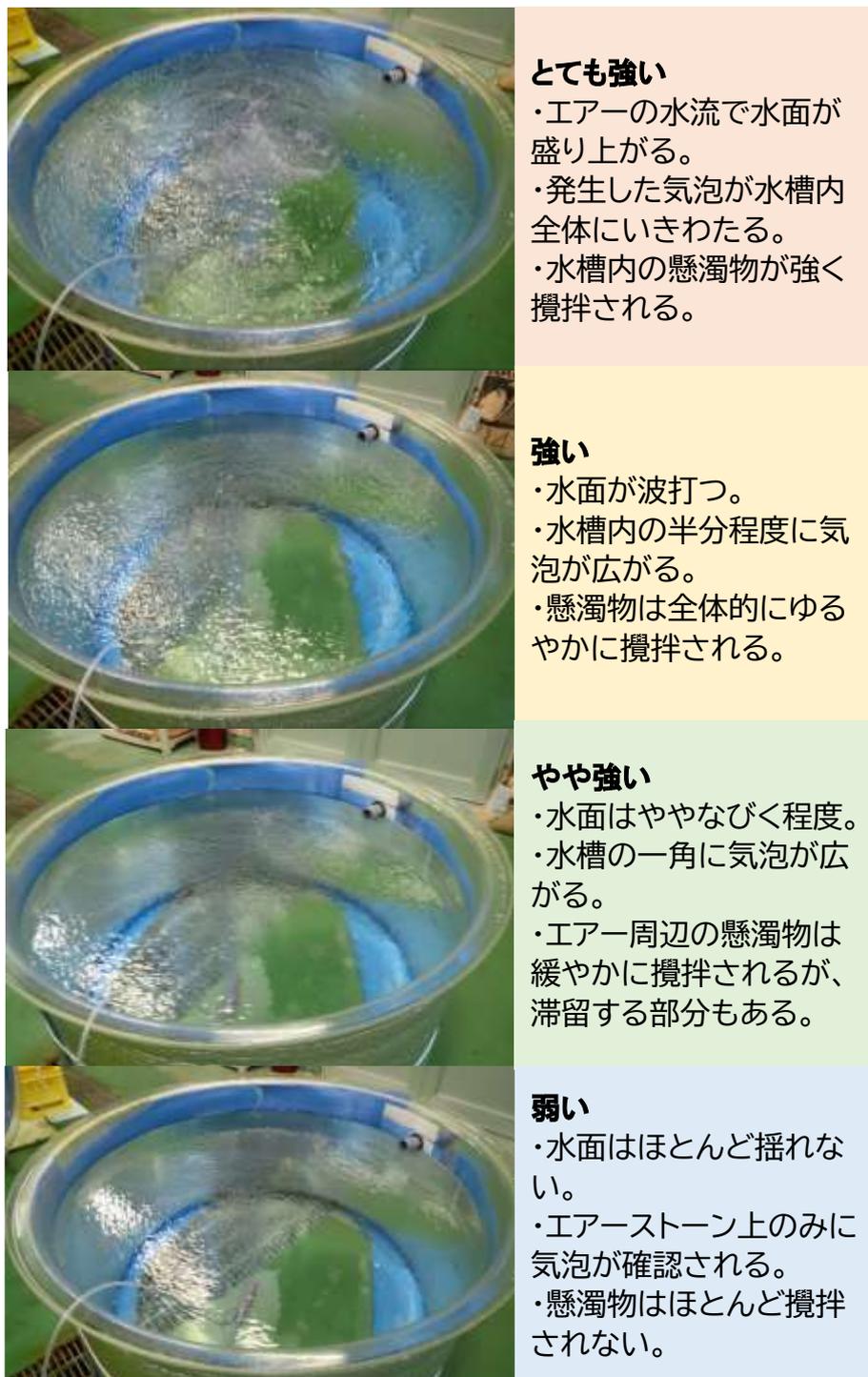


図 2. 本マニュアル内におけるエアレーションの強さの目安



図3. 吐出量 7L/min のエアープンプで 500L ポリカーボネートタンクに通気した状態

観賞魚用のエアープンプの強力なものに相当するが、500L タンクに通気すると「やや強い」程度である。

2. 生物餌料に用いるプランクトンネット

1)生物餌料用のプランクトンネット

生物餌料として用いるシオミズツボワムシやアルテミアはとても小さい生物です。このためプランクトンネットをタモ網状にした、目合いの細かいネットを用いて濾すことで濃縮し、移動や給



図4. アルテミア用のプランクトンネットの1例

餌を行います(図4)。このプランクトンネットは、水産用品を取り扱う業者で、シオミズツボワムシ用、アルテミア用の濾し取り網として市販されています。シオミズツボワムシ用とアルテミア用とでは目合いが異なりますので(例:シオミズツボワムシ用 オープニング 63 μ m、アルテミア用 オープニング 100 μ m)、それぞれ用意します。

2)生物餌料の濾し取り

生物餌料の濾し取りは水が抜けるように穴をあけて加工したバケツなどを使って行います(図5)。バケツのへりなどにプランクトンネットを固定し、網内に生物餌料が入った水を注ぐと、穴から水が抜け、網内に生物餌料だけが残ります。

す。

生物餌料は、生きたまま仔魚に給餌しなければなりません。止水状態でプランクtonネット内に長く置かれると酸欠により死んでしまうことがあります。このため、バケツの穴から海水をかけ流すことで、生物餌料の活力を維持することができます。一定量のプランクtonを濾すと徐々にネットに生物餌料やその老廃物が詰まって水が



図5. プランクtonネットをセットするためバケツに穴を空けた例

網内に生物餌料が含まれた水を注ぐと、穴から水が抜ける。穴にホースを通して海水を注ぐこともできる。

溢れてきますので、プランクtonネットを揺するなどしてネットに詰りを解消します。

生物餌料を給餌などのために移動する場合は、プランクtonネットを持ち上げ、水を切ってバケツなどの容器に空けて移動します（図6）。

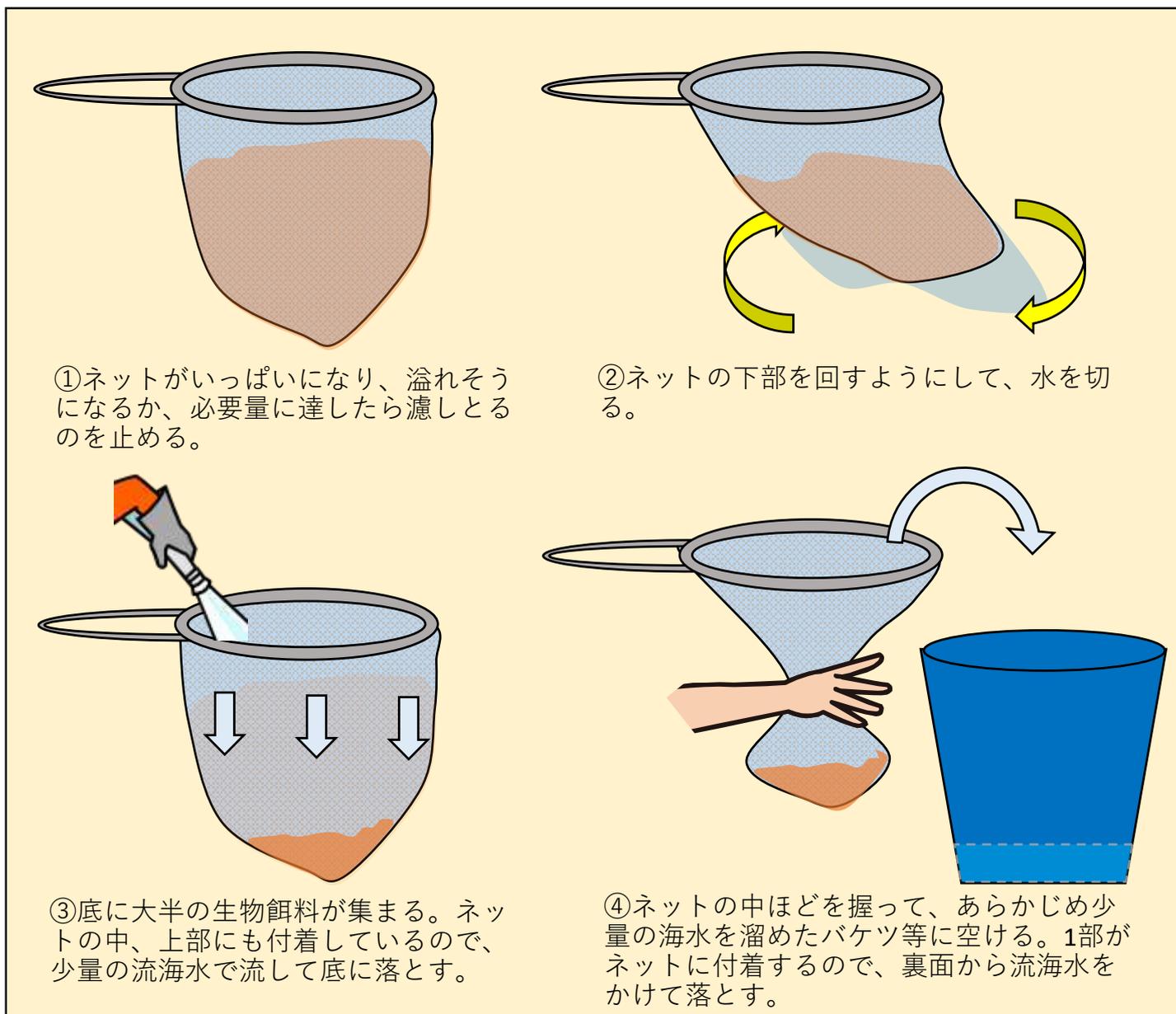


図 6.生物餌料を移動する際の手順

3. シオミズツボワムシの培養

1) シオミズツボワムシの概要

シオミズツボワムシ（図7）は厳密な生物の種類ではなく、生物学的には複数の種類が含まれます。水産業界では生物種で分けられることなく、S型、L型などの「株」として分けられます（表1）。

シオミズツボワムシの培養法はこれらの株の特性によって条件が異なるほか、培養する期間が長くなると種苗生産機関ごとに若干特性が異なってきます。培養法自体もこれまでに様々な方法が開発されています。本項で1例を紹介いたしますが、実際に培養を試みる際にはどのような方法が適するのか、良く調べてから行う必要があります。

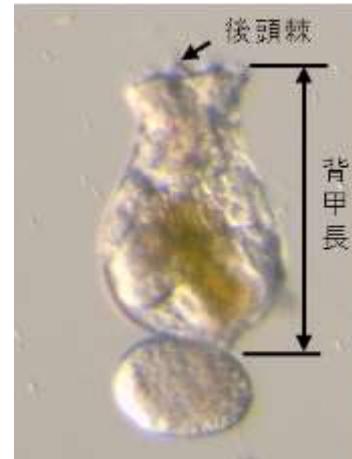


図7. シオミズツボワムシ

表1. シオミズツボワムシ S型、L型の特徴

	S型	L型
背甲長	150~200µm	200~300µm
後頭棘の角度	鋭角	鈍角
形態	S型はL型よりも縦横比が幅広で後半部が張り出す	
培養温度	22°C以上で増殖率が高い	22°C以下で増殖率が高い 低温株があり14°Cでも培養可能

2) 培養環境

培養槽は下部に排水口のある 1 トン程度の円形容器など 2~3 基を用います (図 8)。シオミズツボワムシは海水中でも増殖できますが、至適塩分濃度は海水の 80% (28%) 程度です。このため、増殖率を高くしたい場合は海水を希釈して培養に用います。ヒーターを設置し、株や求める増殖率にもよりますが培養水温は 20°C 前後に調整します。また、培養水中に生じる懸濁物を取り除くごみ取りフィルターとして「バイリーンマット」を切ったものを培養槽に一緒に入れます (図 8)。通気によるエアレーションは「とても強い」から「強い」状態にし、培養水を攪拌します。



図 8. シオミズツボワムシ培養槽の 1 例(左)と内部の様子(右)
培養槽の中ではエアレーションにより、ごみ取りマットがもまれている。

3)シオミズツボワムシの餌

シオミズツボワムシの培養では、生クロレラなどを餌にします。代表的な生クロレラ製品として「生クロレラ V-12」（クロレラ工業株式会社）があります（図 9）。また、やや高価ですが栄養強化剤も兼ねることができる「スーパー生クロレラ V-12」なども使用されます。シオミズツボワムシの培養面でも後者のほうが、水槽が汚れにくかったり、増殖率が高かったりという利点があります。「生クロレラ V-12」は 1L、3L、10L、20L の包装がありますが、生クロレラは冷蔵品で冷蔵庫に置いていても徐々に劣化します。このため、20 日以内を目途にすべて使い切れるように適宜発注するようにし、劣化したものを使わないようにします。



図 9. クロレラ工業株式会社の生クロレラ V-12 の 20L パック

4)植え継ぎ法と間引き法による培養

シオミズツボワムシの培養法の一つとして比較的初期から利用されている植え継ぎ法（バッジ式培養）という方法があります（図 10）。この方法では培養槽で増やしたシオミズツボワムシの一部を新しい培養槽に移し、残りを給餌に用

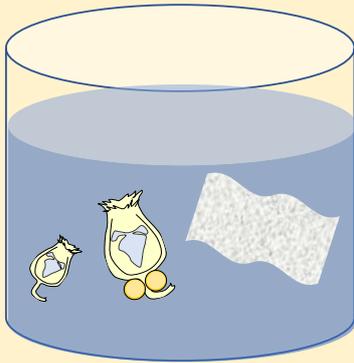
います。この方法は培養水の補充などを行わないので短い培養期間で安定して高密度に培養できる方法ですが、使用する培養槽と作業量が多くなります。

ほぼ同様の手順で、4日目以降に培養槽の水量の10～30%を抜き取って給餌し、その分の水量を補充する方法は、間引き法と呼ばれます。間引き法の場合、同じ培養槽で連続して培養することが可能ですが、徐々に培養水は汚れてきます。このため、培養槽中のシオミズツボワムシの大半を新しい培養槽に移して維持します。

植え継ぎ法と間引き法はシオミズツボワムシが餌料として利用され始めたころから使われている方法です。現在では、餌として用いる生クロレラの品質が向上し、シオミズツボワムシをより安定して容易に培養するために様々な培養法が考案されています。また、種苗生産で餌として大量に必要な時期と、元種として一定数維持する時期とでも適する方法は変わってくるかもしれません。施設の規模や種苗生産する仔魚の数などから適する培養法を選択する必要があります。

1日目

培養水温を20～22℃に調整し、200～300個体/mL程度にシオミズツボワムシを收容。ごみ取りフィルターを入れる。

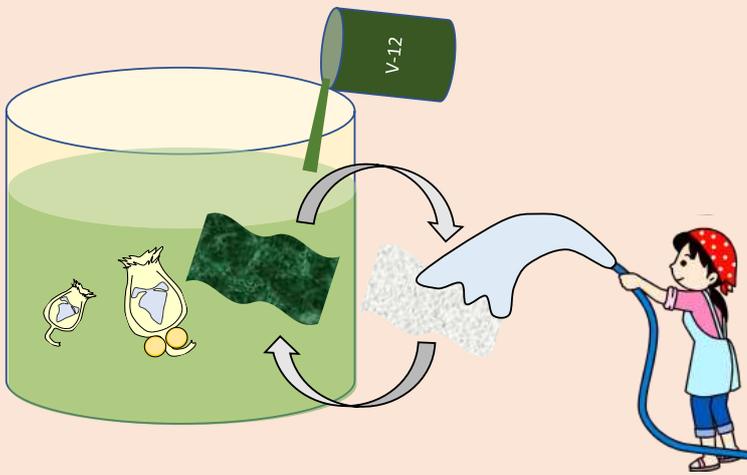


双眼実体顕微鏡などで密度を計数。1日当たり1億個体に対して200～300mlの割合で生クロレラを与える。



2、3日目

密度の計数、同じ割合での生クロレラを給餌に加え、ごみ取りフィルターの洗浄を行う。



4日目以降

500個体/mL以上に増えるので、一部を新しい別の培養槽に植え継ぎ、残りの分を収穫して給餌する。

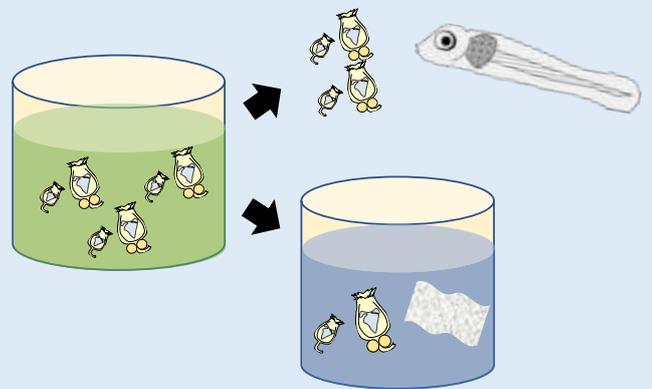


図10. 植え継ぎ法の手順の概略

5)シオミズツボワムシ培養のポイント

シオミズツボワムシは生命力の強い生物ですが、実際に餌として用いるために培養すると、思ったように増えなかったり、不調になって数が減ってしまったりは珍しくありません。本項では、シオミズツボワムシを安定して培養するためのポイントを記載します。

①培養密度が低くなりすぎないようにする

シオミズツボワムシの培養は、基本的に様々な微生物、雑菌が混ざった状態で行われます。このため、シオミズツボワムシの密度が低くなりすぎると、他の生物のほうが優先してしまい、シオミズツボワムシが増えなくなってしまうことがあります。培養不調で個体数が減少して 200 個体/mL 以下になった場合、水量を減らして密度を上げたほうが、培養がうまくいきます。例えば、水量 900L で 150 個体/mL の密度よりは、水量を 600L に減らして密度を 225 個体/mL とし飼育します。300 個体/mL から 1,000 個体/mL 程度を目安に密度に調整して維持します。

②シオミズツボワムシをよく観察する

培養を行う際は、密度を確認するため双眼実体顕微鏡等を用いてシオミズツ

ボワムシを頻繁に計数する必要があります。通常、ホルマリンなどの薬品で動きを止めてから計数しますが、その前にシオミズツボワムシの泳いでいる様子や懸濁物など培養水の様子をよく観察します。活力のあるシオミズツボワムシは、培養水中を活発に動き回ります。餌の生クロレラを摂餌して胃の部分が緑色に確認することができます（図 11）。変形があるような個体は少なく、サイズの小さい仔虫が多く観察されるような状態

は良好と判断されます。また、シオミズツボワムシは卵をぶら下げて泳ぐ期間（抱卵期間）がありますので、抱卵個体の割合はその後の増殖率の目安にもなります（図 11）。一方、培養水中に見られるシオミズツボワムシ以外の懸濁物は増殖の阻害要因となる他の微生物や

死骸等に由来する汚れですので、別の新しい水を貯めた培養槽に移しかえる指標となります。

③給餌する飼育生物と培養温度の差に注意

シオミズツボワムシは 18°Cから 24°C程度の水温範囲で安定して培養するこ

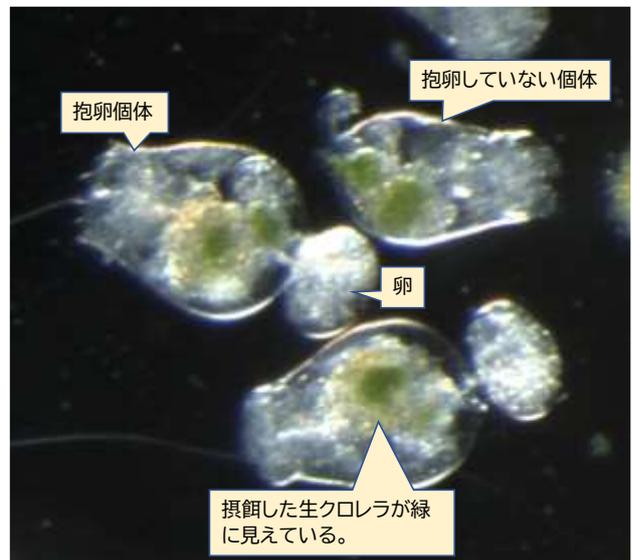


図 11. シオミズツボワムシの抱卵と摂餌された生クロレラの様子

とができます。しかし、冷水性の仔魚を扱う場合は特に、飼育水温が培養温度よりも 10°C以上低い場合があります。このような場合、シオミズツボワムシを給餌しても入れた直後に温度変化のショックに耐えられず死亡してしまい、餌料として利用できないことがあります。シオミズツボワムシの培養温度と仔魚の飼育水温の差が 5°C前後になるように培養温度や栄養強化温度を調整するか、もしくは低温でも増える低温株などを利用します。

シオミズツボワムシの培養は、様々な技術と優れた餌料等の製品が開発されたことで、現在では比較的行いやすくなっています。しかし、種苗生産にあたって計画通りに安定して培養し、増殖させるには、経験や勘によるところも大きく、ある程度の熟練も必要です。

4. アルテミアの孵化

1) アルテミアの概要

アルテミアは、ブラインシュリンプとも呼ばれる小型の甲殻類で塩分濃度が非常に高い塩湖のような場所に生息する生物です（図 12）。耐久卵という乾燥などに強い卵を産むため、輸送や保存が容易であり、生物餌料やペットとして利用されています。種苗生産では、孵化したアルテミアの幼生



図 12. アルテミアのノープリウス幼生
成体の形態は異なり、ホウネンエビのような形になる。

（ノープリウス幼生）を生物餌料として使用します。アメリカ合衆国ユタ州のソルトレイクが主要な産地ですが、世界各地で缶詰となった耐久卵が生産されて流通しています。産地ごとに栄養価やノープリウス幼生の大きさが異なりますので、対象種や使用方法、販売価格などを考慮して用いるアルテミアを選択します。日本国内では生産されておらず、すべてのアルテミアは輸入品です。

2)アルテミア孵化槽の準備

アルテミアを孵化させて餌料として利用するため、アルテミア孵化槽という専用の水槽が市販されています(図13)。水槽のほかに水槽の中央の排水溝から水が流れないようにする塩ビパイプと水温を調整する1kWのヒーター、エアレーションを行うエアーストーンを設置します



図13. アルテミア孵化槽

(図14)。エアレーションは「とても強い」状態にする必要がありますので、大型のものを用意します。

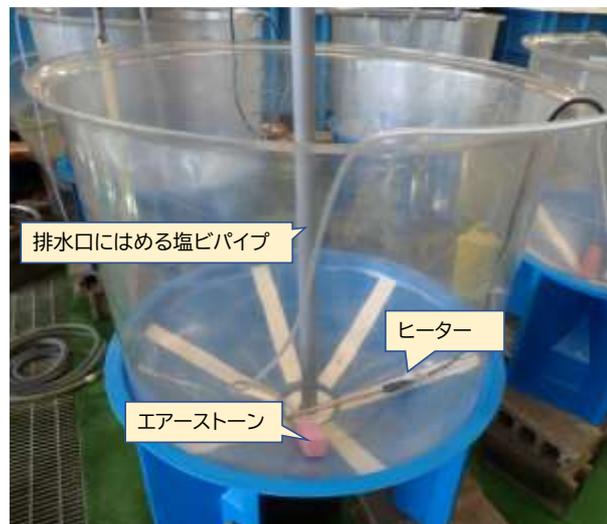


図14. アルテミア孵化槽内に1式をセットしたところ

卵殻を分離する際は、すべて取り外す。

3)卵の投入の準備

アルテミアの卵は 425g 入りの缶詰として流通することが多いですが、卵 1g

には概ね 25 万個の卵が含まれます (図 15)。ロットや設置条件によりますが、

孵化率は 70~80%程度なので、

必要の孵化幼生が得られるよう

卵の量を決めます。多すぎると

無駄になってしまう可能性もあ

りますが、不足しないようにや

や多めに孵化させたほうが安心



図 15. アルテミアの缶詰

様々な産地、メーカーのものが流通している。

です。卵は大体孵化槽の容量 100L あたり 100~130g が上限ですので孵化させ

る卵の量から、必要な海水の量を計算してアルテミア孵化槽に貯めます。アルテ

ミアは水温 28°Cであれば 24 時間で孵化します。このため、水温をヒーターによ

り 28°Cに調温します。特に冬季などは 1kW のヒーターであっても水温を 28°C

に上げるためには 1 日程度を要しますので、卵を孵化させる前日には海水を貯

め、温度を上げておく必要があります。

4)卵の投入と孵化

28°Cの海水が溜まったアルテミア孵化槽にアルテミアの卵を入れます。直後

にアルテミアの卵を消毒するために有効塩素濃度約 20ppm となるように次亜塩素酸ナトリウム溶液を加え（12%次亜塩素酸ナトリウム溶液の場合、孵化槽の海水 100L あたり 16mL）、約 1 時間置きます。1 時間経過後、今度は次亜塩素酸ナトリウムを中和するためチオ硫酸ナトリウム 5 水和物（別名カルキ抜き、ハイポ）を 100L あたり約 5g（30%チオ硫酸ナトリウム溶液の場合、100L あたり 6mL）をいれます。次亜塩素酸ナトリウムはアルテミアをはじめとする生物にとって有害な物質ですので、この規定量を入れて確実に中和するようにします。卵を投入して 24 時間程度（孵化時間は産地により若干異なる）経つと、アルテミアが孵化します。アルテミアの孵化には温度と通気のほかに光が必要です。日中照明が点灯し、多少の太陽光が射し込むような場所であれば特に問題なく孵化しますが、孵化した幼生の数や未孵化卵の状態によっては追加で照明などを設置し、夜間も照射するなどの工夫が必要です。

5)卵殻の分離

アルテミアが孵化したアルテミア孵化槽の海水中には、幼生だけではなく卵殻と未孵化卵が入り混じった状態です。卵殻は有害というわけではありませんが、仔魚が食べてしまうこともあるので、なるべく除去します。アルテミアの幼生には、明るいとこりに集まってくる正の走光性がありますので、この習性を利

用します。アルテミアが孵化したアルテミア孵化槽のヒーターのスイッチを切り、ヒーター、エアストーン、および中央の塩ビパイプを取り外します。この状態で上部を暗幕などで覆うと、比重が軽い卵殻が水面に浮きあがってくる一方で、孵化槽下部の明るいほ



図 16. アルテミア分離用暗幕の作成例とアルテミアが孵化した分離前の孵化槽

エアレーションによる攪拌を止めると上部に卵殻が浮く一方で、暗幕の下の明るい部分にアルテミアが集まり、下部のバルブからアルテミアを取り出すことができる。

うに幼生が集まってきます (図 16)。15 分程度放置するとアルテミア孵化槽内の上部に卵殻、下部に孵化した幼生と分離します。この状態で孵化槽の排水バルブを開放すると、幼生が高密度に含まれた状態で水が流れてきますので、これをプランクトンネットで受けてアルテミアを濾しとります。この際、プランクトンネットの周囲に海水をかけ流しておく、アルテミアが酸欠にならず、活かしておくことができます (図 17)。プランクトンネットがいっぱいになったらバケツ等で栄養強化槽に移し、栄養強化を行います。プランクトンネットの扱いは、シオミズツボワムシの場合と同様です (図 6)。

アルテミア孵化槽による卵殻の分離だけでは、卵殻が十分に除去できないことがあります。この場合、5L程度の亚克力製取っ手付きメスシリンダーなどを用いてより卵殻を除去してから、餌料として用います(図18、図19)。

原理としてはアルテミア孵化槽と同様で、透明なメスシリンダーに幼生が含まれる海水を1/4程度入れます。メスシリンダー内にさらに海水を入れ、メスシリンダーの上部まで満たします。この際、水面に注水をあてて、十分に空気を含ませると、その後の工程でアルテミアが酸欠になるとを防止することができます。メスシリンダーの上にバケツ等の覆いをかぶせ、この状態で5~10分放置すると、孵化槽の時と同様にメスシリンダー底の明るいほうに幼



図17. アルテミア孵化槽の下部にプランクトンネットを設置した様子
水が抜けるよう穴を空けたコンテナやバケツにプランクトンネットを設置して受ける。穴にホースを通して海水をかけ流しておくでアルテミアの活力が維持される。



図18. アルテミアの分離に用いる亚克力製取っ手付きメスシリンダー

生が集まる一方で残っている卵殻が表面に浮いてきます。この状態でメスシリンダーの表面の水を飛ばすような形で除去すると、残っている卵殻を取り除くことができます。

分離したアルテミアの液体の中に茶色い孵化していない卵が見られることがあります。未孵化卵は卵殻と異なり、浮いてくることはありません。アルテミア幼生と比べると若干比重が重いので、移す際のバケツの底などに溜まっていることがあるので可能であれば除去します。孵化率が低く、未孵化卵がたくさん見られる場合、除去は困難ですので、孵化率を高く維持できるようにアルテミア孵化槽の設置場所などを工夫します。

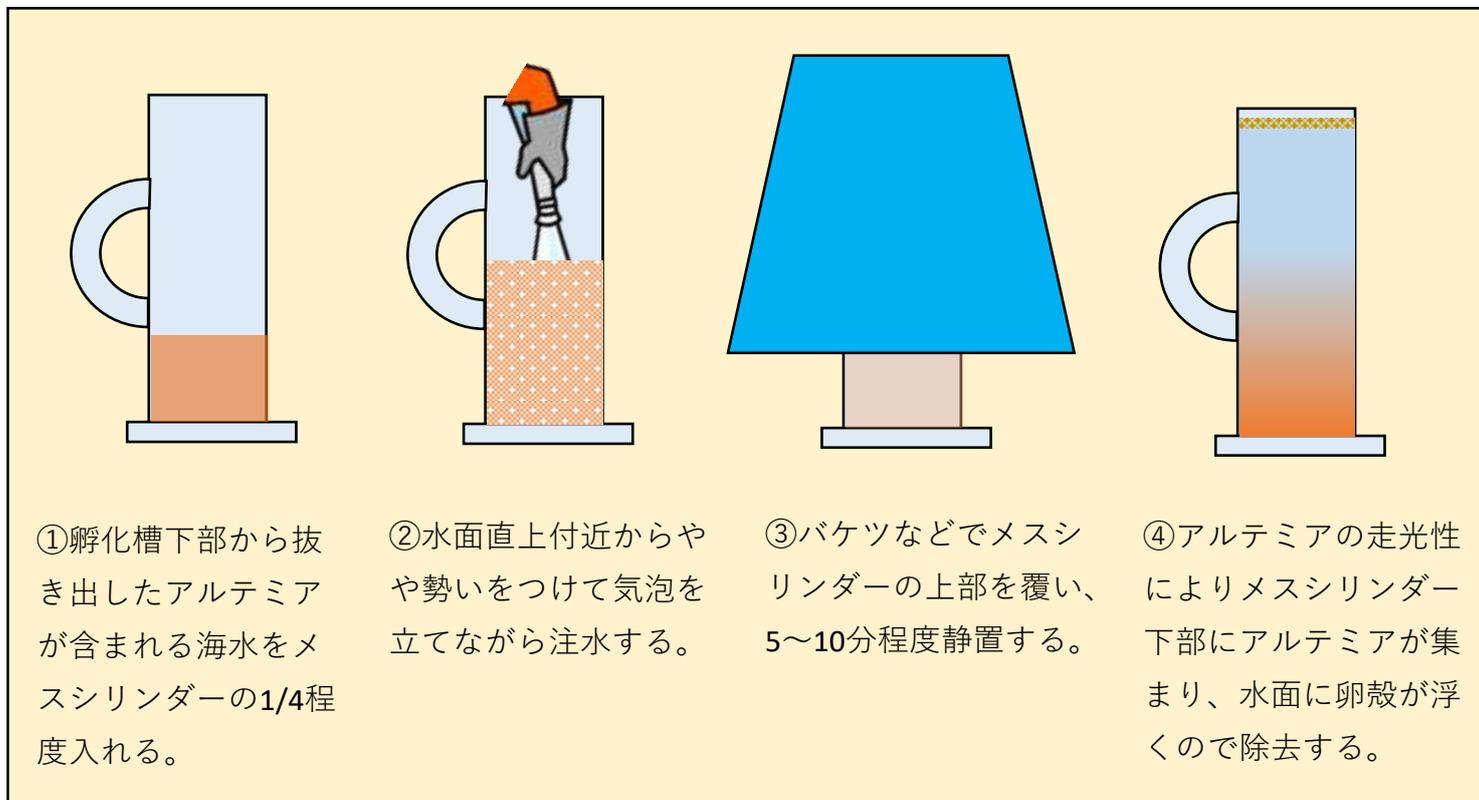


図 19. メスシリンダーを使ったアルテミアの卵殻除去法

5. 生物餌料の栄養強化

海産魚類の場合は、DHA や EPA といった高度不飽和脂肪酸を餌から摂取する必要があります。シオミズツボワムシやアルテミアにはこれらが不足していますので、栄養強化を行うことで高度不飽和脂肪酸やその他の栄養を生物餌料に取り込ませます。シオミズツボワムシ、アルテミア向けの栄養強化製品は各社から販売されていて、保存性や形態、含まれている栄養、栄養強化にかかる時間、価格など様々な商品があります（図 20）。詳細は各メーカーが示す、商品の使い方参照してください。



図 20. パウダータイプの栄養強化剤であるクロレラ工業株式会社のスーパーカプセルパウダー(SCP)

栄養強化剤にはパウダータイプの他にも液状の製品などさまざまな製品が市販されている。

キツネメバルに使用するシオミズツボワムシの「スーパー生クロレラ V-12」、およびアルテミアのスーパーカプセルパウダー (SCP) を用いた栄養強化については、以下のようにしています (図 21)。アルテミアの栄養強化槽の密度は 150 個体/mL 程度に調整します。

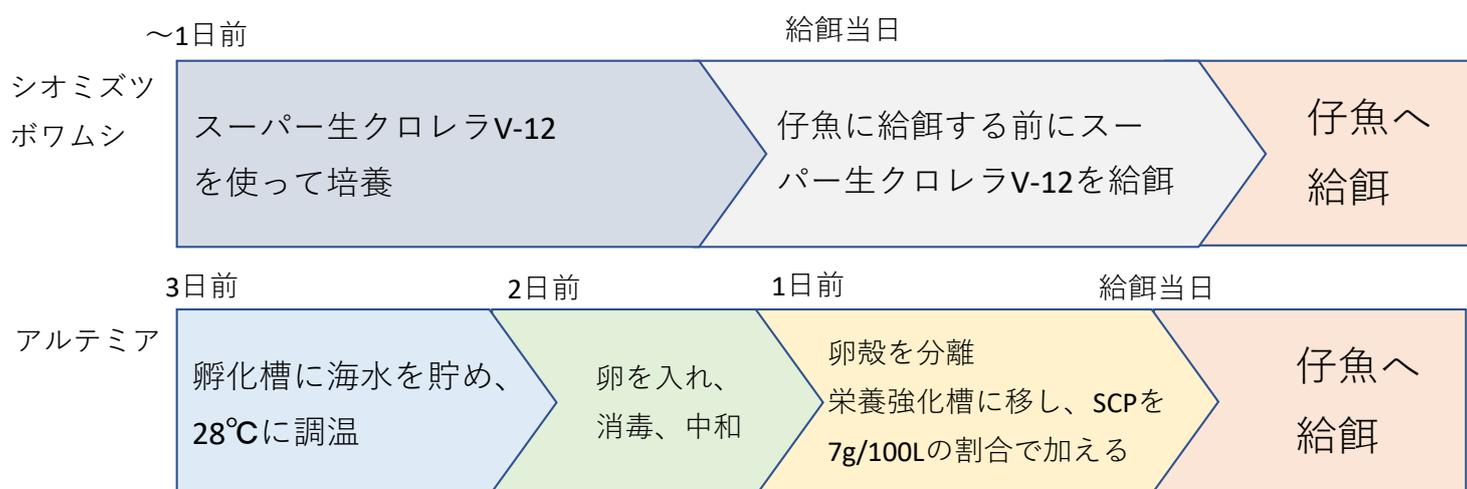


図 21. シオミズツボワムシ、アルテミアの栄養強化スケジュールの 1 例

おわりに

海産魚の種苗生産を行う際は、生物餌料を使用する 경우가ほとんどです。生物であるが故、作業量が多く煩わしさもあることから代替する飼料の開発も行われているようですが、現状では生残率などの観点から生物餌料のほうが優れています。本マニュアルのノウハウが、貴機関での種苗生産の一助となりましたら幸いです。

問い合わせ先

北海道立総合研究機構 水産研究本部

栽培水産試験場 栽培技術部

〒051-0013

北海道室蘭市舟見町1丁目156番3号

TEL 0143-22-2320

FAX 0143-22-7605