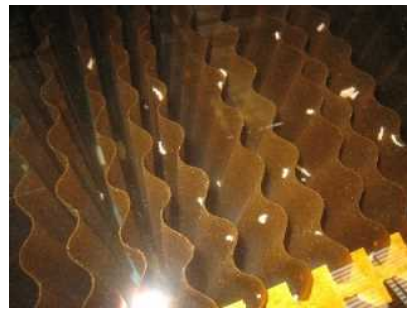


和歌山県における マナマコ種苗生産マニュアル



平成 28 年 3 月

和歌山県水産試験場

種苗生産の流れ・用意するもの

1. 親ナマコの準備

- 親ナマコの採取
- 雌雄判別・成熟確認



雌雄別に収容

- ・水槽 3 基または仕切り (雄用・雌用・不明用)
- ・メス (カッター)
- ・ハサミ
- ・ピンセット
- ・顕微鏡+対物マイクロメーター
(または万能投影機+ノギス)
- ・スライドグラス

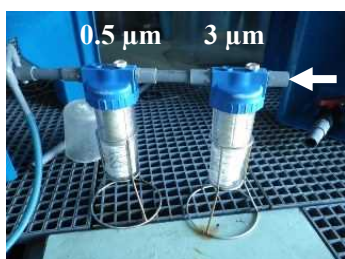
2. 採卵

- 甲殻類の除去
- 受精
- 受精卵の収容



30 L パンライト水槽

- ・10~30 L 程度の水槽またはバケツ 10 個程度
- ・フィルターカートリッジ (2 連結)
- ・カートリッジフィルター (3~5 μm と 0.5~1 μm)
- ・20~40 μm のメッシュネット
- ・クビフリン
- ・注射器
- ・メス (カッター)
- ・ハサミ
- ・ボウルまたはビーカー
- ・スポイト (糞除去用)



フィルターカートリッジ



カートリッジフィルター



40 μm メッシュネット



クビフリン (調整後)



注射器

3. 浮遊幼生飼育



1 トン FRP 水槽



500 L アルテミア水槽



500 L パンライト水槽

- 500 L~1 トン程度 of 水槽
(数は飼育規模・採卵数に合わせて)
- フィルターカートリッジ (2 連結)
- カートリッジフィルター (3~5 μm と 0.5~1 μm)
- 20~40 μm のメッシュネット
- エアレーション器具
- 排水器具
(塩化ビニルパイプ+90~120 μm メッシュ)
- キートセロス・グラシリス
(市販 (1 億 cells/ml) の場合、数~数十 L)
- 冷蔵庫
- 計量カップ



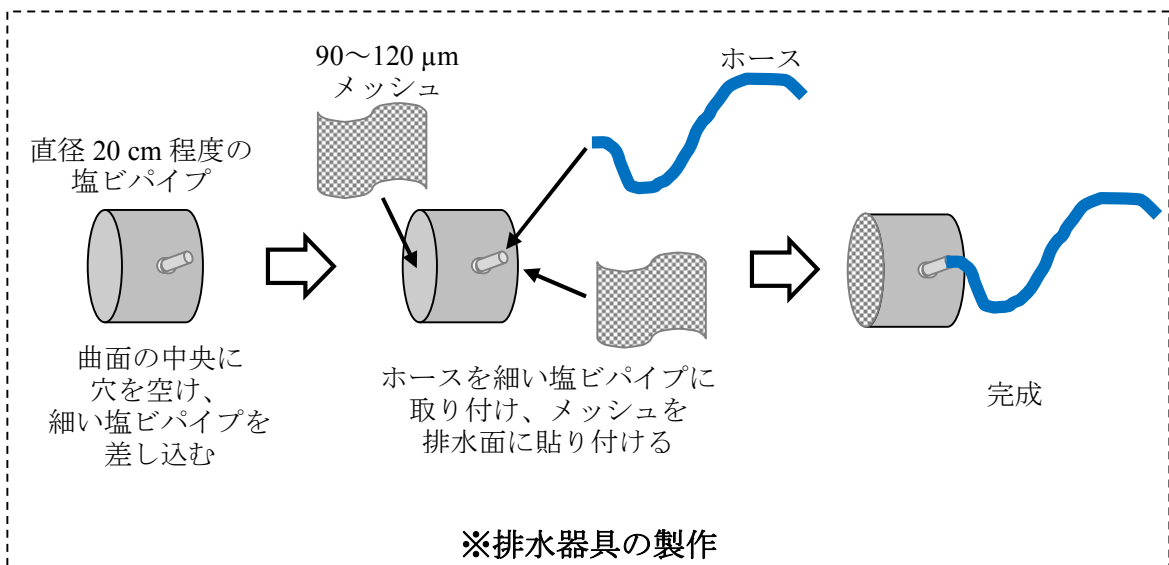
排水面

排水器具



90 μm メッシュ

排水器具の排水面



4. 採苗

- 波板の培養
- 波板の投入

- ・波板培養用の水槽
- ・フィルターカートリッジ (2 連結)
- ・カートリッジフィルター (3~5 μm と 0.5~1 μm)
- ・20~40 μm のメッシュネット
- ・波板 (透明) 1~数セット (複数枚で1セット)
- ・波板セットが入る水槽 2 基



波板培養用の水槽



波板セット



波板セットが入る水槽 2 基
(水道水・ろ過海水)

5. 稚ナマコ飼育

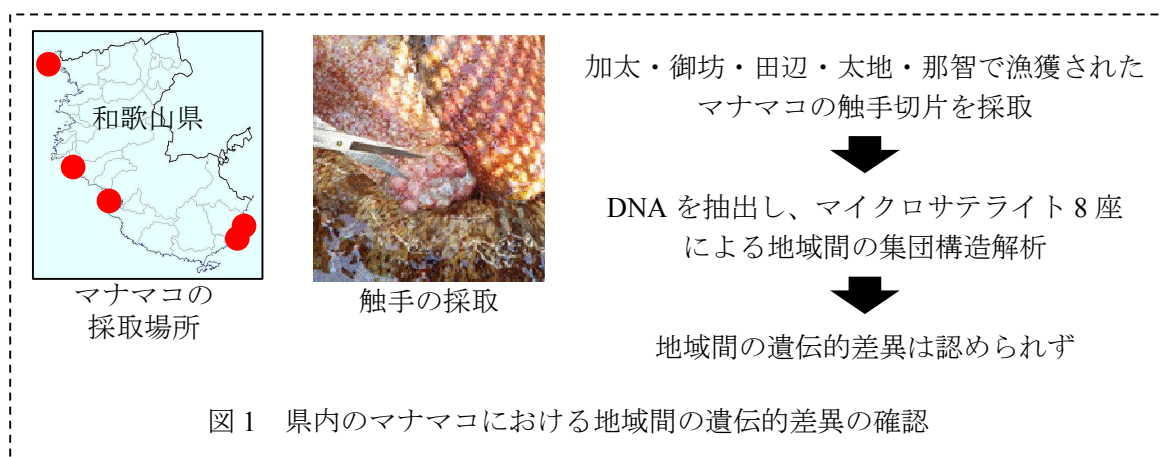
- ・500 L~1 トン程度の水槽
(数は飼育規模・採卵数に合わせて)
- ・フィルターカートリッジ (2 連結)
- ・カートリッジフィルター (3~5 μm と 0.5~1 μm)
- ・20~40 μm のメッシュネット
- ・エアレーション器具
- ・排水器具
- ・キートセロス・グラシリス
(市販 (1 億 cells/ml) の場合、数 L)
- ・冷蔵庫
- ・計量カップ
- ・稚ナマコ用配合飼料 (市販) 1 kg
- ・スプーン
- ・秤

1. 親ナマコの準備

(1) 親ナマコの採取海域

採卵に用いる親ナマコは、種苗を放流しようとしている海域から採取します。和歌山県内のマナマコにおいては、地域間の遺伝的差異は認められていません（図 1）が、遺伝的攪乱以外の要因で、放流種苗が天然個体群に影響を及ぼす可能性がありますので、親の産地と同じ海域に種苗を放流する必要があります。

マナマコの種苗生産・放流では、少ない組み合わせの親から種苗が量産され、狭い範囲に大量に放流されますので、放流場所でのマナマコ個体群の遺伝的多様性が低下します。そのため、同じ場所に何度も放流するのではなく、放流場所を変えるようにしましょう。また、親ナマコは種苗放流を行っていない場所から採取し、毎年天然のマナマコを採卵に用いるようにします。



(2) 産卵期

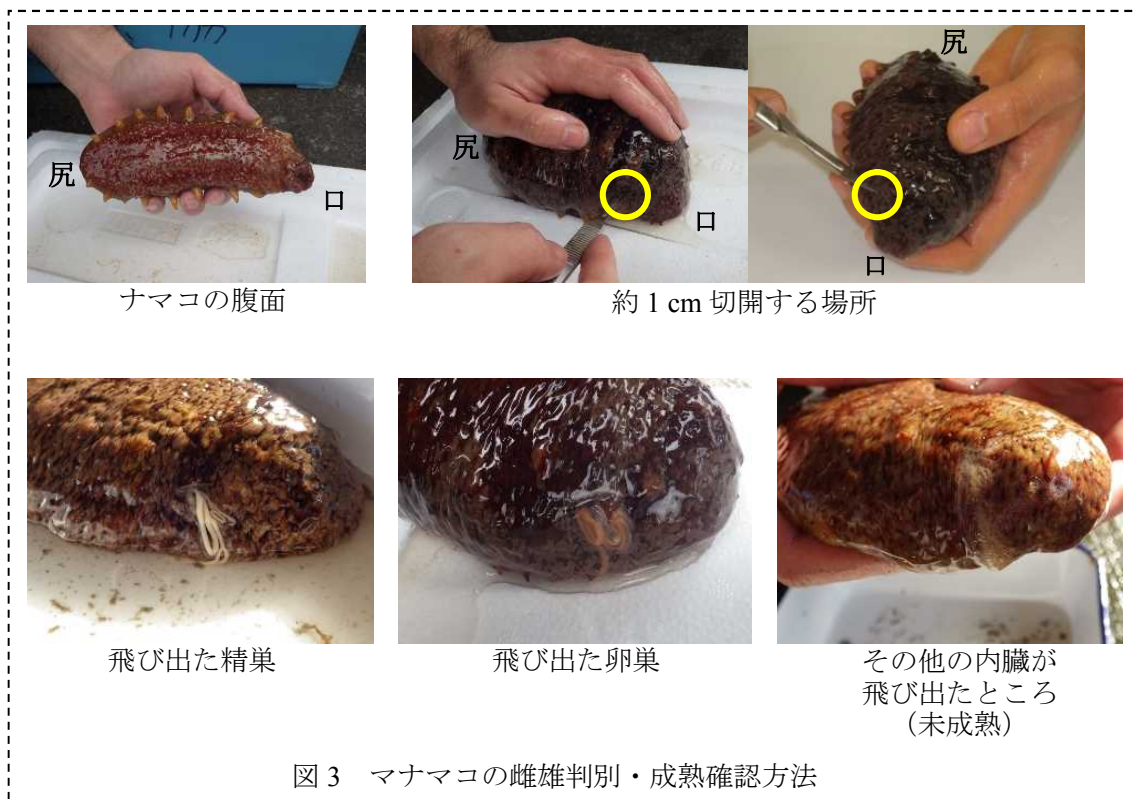
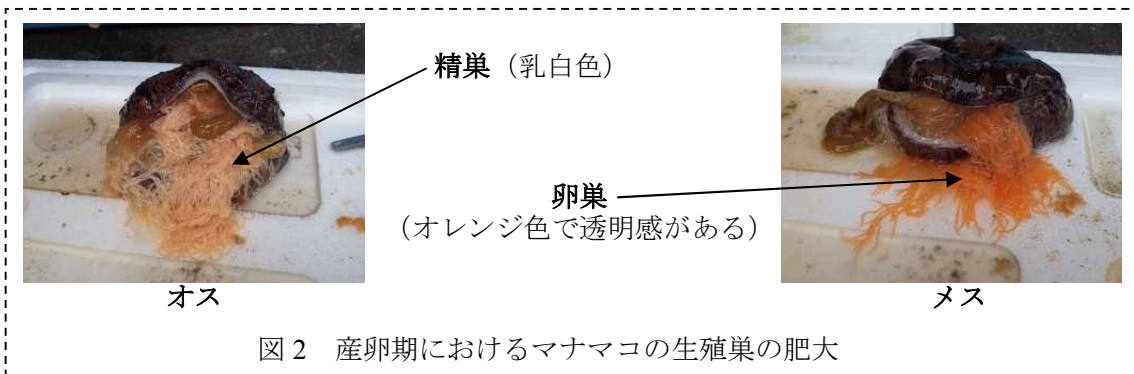
和歌山県では、地域毎の成熟や産卵期に関する詳細な調査は行われていませんが、県北部の加太地域では 4～6 月頃、県中部以南では 3～4 月が産卵期と言われています。マナマコは、未成熟のものを人工飼育下で成熟させることが困難です。そこで、**産卵期に天然ナマコの採取・成熟確認 (p.5～6) をこまめに繰り返し、十分に成熟した個体が確認されるようになったら、必要数の親ナマコを採取します。**また、成熟した個体を水槽等で飼育していると、採卵前に産卵・放精してしまうこと（暴発）がありますので、**親ナマコを採取した後は、なるべく早く採卵するようにします。**

(3) 成熟サイズ

採卵には、できるだけ大きいサイズの個体を使用します。中には、大きくても成熟していない個体もありますが、大きい個体の方が成熟している割合が高く、産卵数も多い傾向があります。**親ナマコは、300 g 以上（可能であれば 500 g 以上）の個体を採取するようにしましょう。**

(4) 雌雄判別・成熟確認

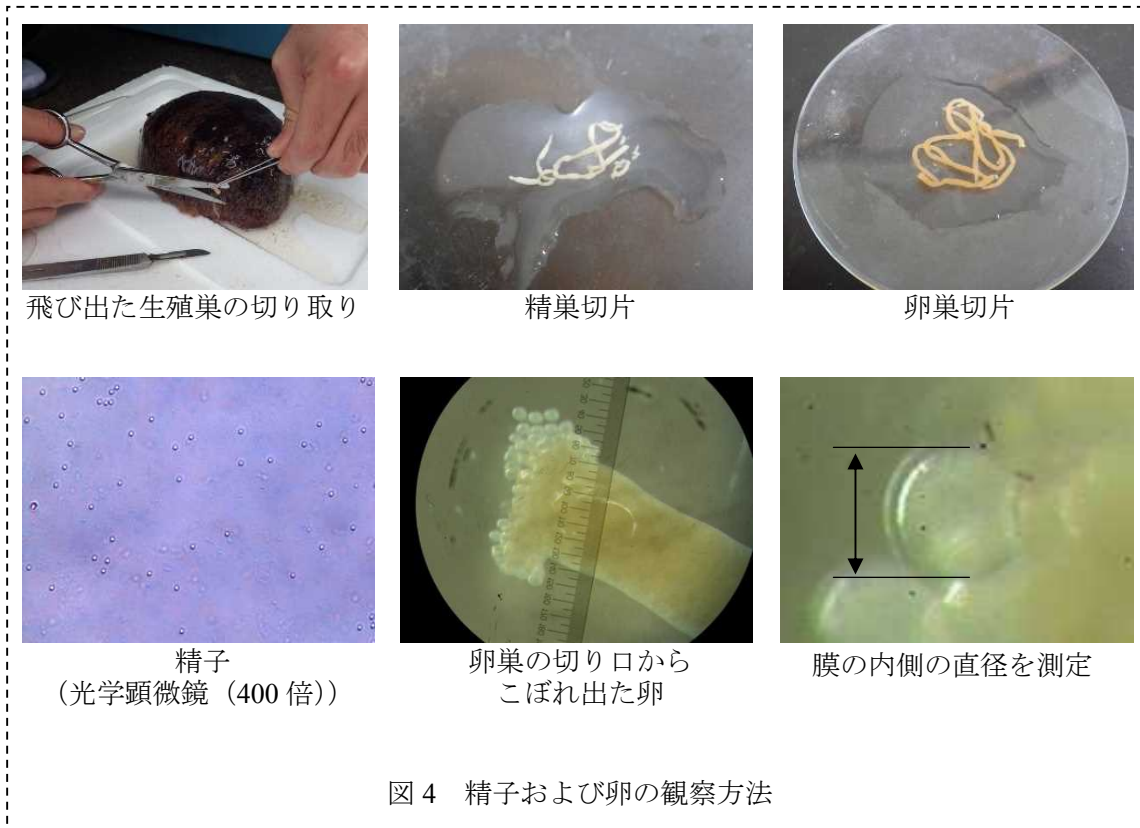
マナマコは、外見から雌雄の区別が付きません。成熟が進むと生殖巣が肥大します(図2)ので、**図3のように、1 cm程度の切れ込みを入れると、オスは精巣が、メスは卵巣が切り口から露わになります。**この方法により、雌雄判別と成熟確認を行います。切れ込みを入れても生殖巣が露わにならない場合は、成熟が十分でないと判断します。



次に、切り口から露わになった生殖巣の一部を切り取り、切片をスライドグラス等に乗せ、ハサミで数回切り刻んだ後に海水を滴下して、顕微鏡や万能投影機で観察します(図4)。

精巣・・・精巣切片の切り口から精子が流出します。精子が活発に遊泳している場合は、十分に成熟しており、受精可能と判断します。精子の遊泳が観察されない場合は、精巣は肥大しているものの、十分な成熟には至っていないと判断します。

卵巣・・・卵巣切片内には卵がぎっしり詰まっていて、切り口から卵がこぼれ出ている様子が観察できます。こぼれ出ている卵の直径を測定し、**150 μm 以上であれば、十分に成熟しており、採卵可能と判断します。**卵の直径が150 μm 未満の時は、卵巣は肥大しているものの、十分な成熟には至っていないと判断します。



切り口は 2、3 日で塞がりますので、確認した個体を採卵に使用できます。生殖巣が肥大していない個体は、採卵に用いることを諦めなければなりません。生殖巣が肥大しているものの十分な成熟に至っていない個体であれば、水槽内で数日飼育しておけば、成熟する場合があります。**雌雄判別したナマコは、雌雄別で収容します。**

採卵時に親ナマコが糞をしないように、採卵の 2、3 日前からは給餌しないようにします。

2. 採卵

(1) 甲殻類の除去

天然海域から採取したマナマコの体表面には、多数の甲殻類（シオダマリミジンコ等）が付着しています（図5）。これらの甲殻類は、受精卵と共に飼育水槽に混入すると、着底後の稚ナマコを食害します（図6）。そこで、**採卵直前に親ナマコの体表面から甲殻類を除去することが不可欠です。**



※本マニュアルでは食害と称しますが、甲殻類は稚ナマコを摂食するのではなく、水槽壁面や波板を匍匐する際に脚で稚ナマコの体表を傷つけることにより、稚ナマコが斃死します。

和歌山県水産試験場では、水道水を用いた簡易な甲殻類除去方法を開発しました（図7）。

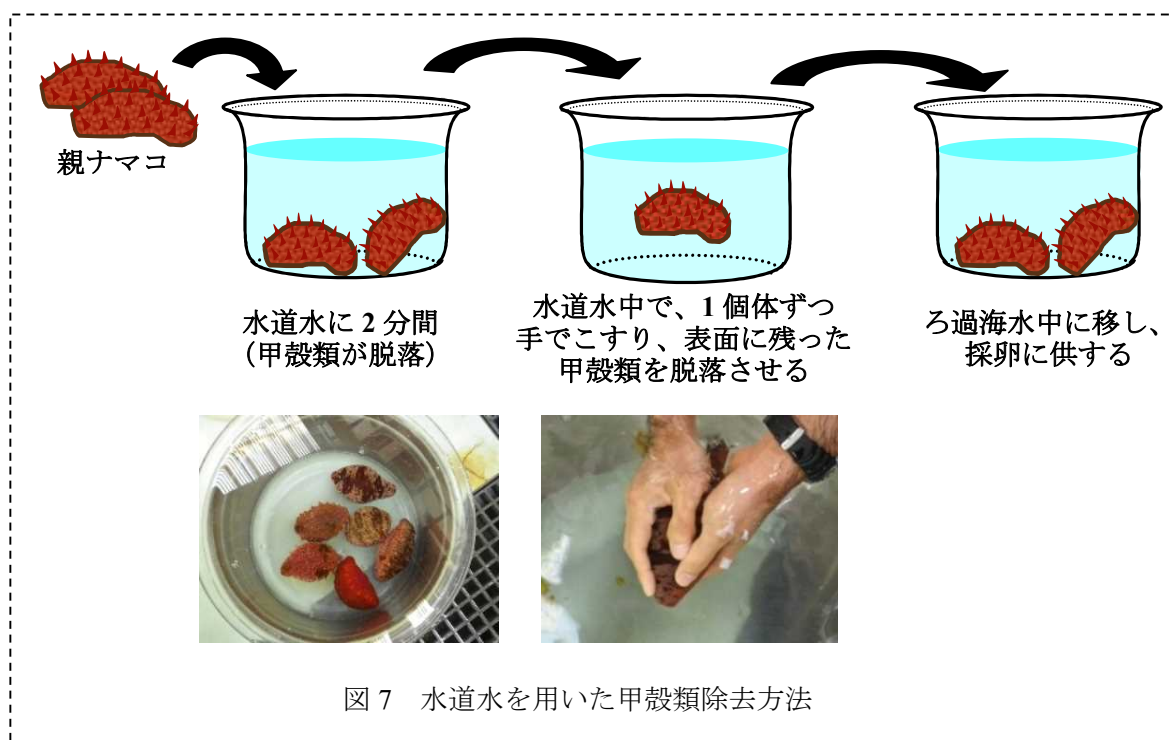


図7 水道水を用いた甲殻類除去方法

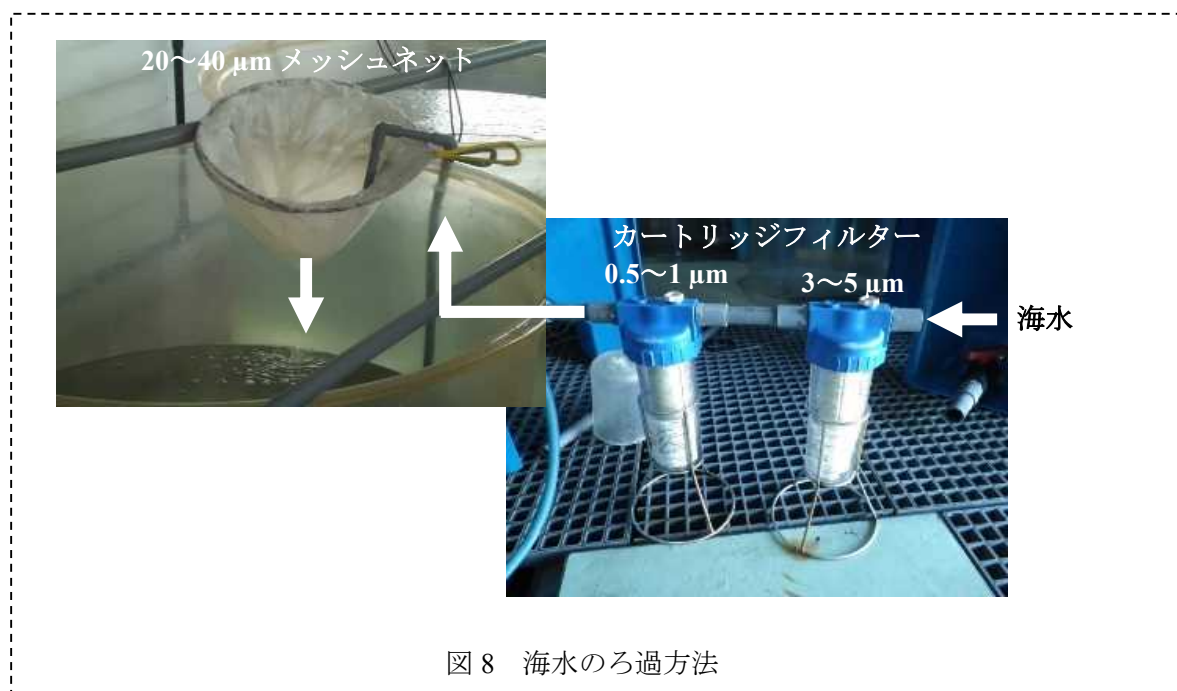
- ① 10～30 L 程度の水槽（バケツ等でも可）を 2 個用意し、1 個に水道水、もう 1 個に**ろ過海水^{※1}**を満たします。
- ② 親ナマコを水道水の入った水槽に入れ、**2 分間^{※2}**、完全に浸します。
- ③ 1 個体ずつ手で優しく体表をこすり、体表面に残っている甲殻類を落とします。
- ④ ろ過海水中に移し、採卵に供します。

※1 海から汲み上げた海水には、微小な動物やプランクトンなどが多数存在していますので、そのまま使用すると稚ナマコを食害する甲殻類が容易に混入してしまいます。そこで、フィルターを用いて海水をろ過してから使用します。

※2 親ナマコを水道水に浸す時間は、2 分間です。1 分程度では、甲殻類が生き残る可能性があります。また、長すぎると親ナマコが弱ってしまいます。

水産試験場では、カートリッジフィルターとメッシュネットを用いて海水をろ過しています（図 8）。まず、フィルターカートリッジを 2 個連結し、3～5 μm のフィルター、0.5～1 μm のフィルターの順に海水を通します。それでもカートリッジフィルターを通過してしまう甲殻類やその卵がありますので、水槽への注水口に 20～40 μm のメッシュネットを置いて、甲殻類の混入を完全に防ぎます。**本マニュアルで表記される「ろ過海水」は、全て上述のように甲殻類の混入を防ぐ処置を施した海水を指します。フィルターはこまめに洗浄しながら使用して下さい。**

泥粒子やプランクトンなどの懸濁物が多い海水を取水している所では、フィルターがすぐに目詰まりしますので、2 連結のフィルターの手前に、さらに目の粗いフィルターを追加することを推奨します。



甲殻類が少しでも飼育水に混入すると、水槽内で増殖し、除去することは不可能になります。マナマコの種苗生産においては、全ての作業において、甲殻類が水槽内に混入しないよう、常に注意して下さい。

- ・他の作業で海水を触った際に、手などに甲殻類が付着している可能性があるため、作業前に水道水で手や長靴などをよく洗う。
- ・作業に使用する器具は、逐一水道水で洗う。
- ・むやみに他人が近付かないようにする。
- ・波しぶきから甲殻類が混入することがあるため、出入りの時以外は作業部屋の扉や窓を空けない。もしくは、水槽にビニールシート等をかける。
- ・海水のろ過に使用しているフィルターをこまめに洗浄する。

(2) 受精

マナマコの場合、切り出した卵には受精能がありません。そのため、マナマコ自身に産卵させる必要があります。一方、精子は切り出したものでも受精能がありますので、オスを切開して取り出した精巣を使用することができます。

近年、マナマコが産卵・放精する時に分泌されるホルモンが明らかになり、人工的に合成できるようになりました。その**生殖巣刺激ホルモン「クビフリン」**を用いた産卵誘発は、従来の温度刺激法に比べて応答率が高く、簡易で複雑な装置も不要です。そこで、本マニュアルでは、クビフリンを用いた採卵方法を紹介します。

- ① 10～30 L 程度の水槽（バケツ等でも可）をメスの数と同数用意し、ろ過海水を満たします。
- ② ろ過海水中でメスの腹腔内にクビフリンを注射（背中の真ん中から注射器を刺し、針先が腹腔内に到達したかどうかは、注射器を左右に揺らした時の感覚で判断します）し、上下左右に回転させてクビフリンが腹腔内に行き渡るようにします。クビフリンの調整方法、使用量については、取扱説明書を参照してください。
- ③ クビフリンを注射したメスを①で用意した水槽に入れ、産卵を待ちます。
- ④ この間に排泄があれば、スポイトで吸う等で取り除いてください。
- ⑤ クビフリンに応答したメスは、水槽壁面を上り、水面で体を反らして首振り行動をしながら産卵します。**個体差はありますが、クビフリン注射後およそ 60～120 分で産卵が開始されます。**2時間待っても首振り行動を開始しない個体や、首振り行動をしても産卵の兆候が見られない個体は、産卵を諦めます。



採卵用水槽の用意



クビフリン注射



クビフリン注射後の親ナマコの収容

- ⑥ 産卵は数十分続きます。産卵が終了したらメスを取り出します。



首振り行動



生殖孔から産卵



途切れずに産卵

産卵

- ⑦ オスを切開して精巣を取り出し、ビーカー等の容器に入れてハサミで切り刻みます。
- ⑧ ろ過海水を少量加えて精子液を作製します。
- ⑨ 卵が沈降している水槽に図9のような濃度になるよう精子液を加え、優しく攪拌して受精させます。精子水を加える際は、40 μm以下のメッシュを通すことにより、精子水からの甲殻類の混入を防ぎます。



精子液

40 μmメッシュ

採卵水槽

媒精

30 L パンライト水槽にろ過海水を張り、精子液を加えた様子
精子液により少し白濁し、水槽の底がうっすら見えるくらいがちょうど良い濃度



×

薄すぎる



○

ちょうど良い濃度



×

濃すぎる

図9 精子液の濃度

- ⑩ **受精時間は10分間です。**精子水を加えて10分後に洗卵(⑪~⑬)を開始します。受精時間が長くなると、複数の精子が卵に受精することによる奇形の発生率が高まりますので、受精時間を厳守してください。

- ⑪ ろ過海水を掛け流した水槽に40 μm程度のメッシュネットをセットします。

- ⑫ 受精が終了した水槽の海水を⑪でセットしたメッシュ

ネットに注ぎます。海水の量が多い時は、ボウルやビーカー等を使って少しずつ丁寧



受精卵

40 μmメッシュネット

洗卵

に行ってください。

- ⑬ 数分間ろ過海水を掛け流し、余分な精子をメッシュの外に洗い流します。
- ⑭ 別の水槽（ふ化用水槽）に数 cm の水位となるようにろ過海水を張り、洗卵し終わった受精卵を收容します。ボウルやビーカー等を使って、丁寧に行ってください。
- ⑮ 受精卵は海水より重く、水槽の底に沈みます。**受精卵の数が多すぎて底で幾重にも重なっている場合は、ふ化用水槽を複数用意して分槽します。**
- ⑯ 受精卵を收容後、ろ過海水を加えて水位が **20 cm 程度** になるようにします。このとき、水槽内の受精卵数を計算しておきます。
 - ・水槽内の海水の体積を計算する。
 - ・海水を優しく攪拌して受精卵の混ざり具合を均一にしてから 1～数 ml 回収する。
 - ・その中の受精卵の数を計数し、水槽全体の受精卵数を算出する。

ふ化用水槽内の海水が **a L**（リットル）、
回収した海水が **b ml**（ミリリットル）、
その中の受精卵の数が **c 粒** だった場合、
水槽全体の受精卵数 **d**（粒）は、

$$d = c \div b \times a \times 1,000 \quad \text{で求められます。}$$

- ⑰ 室内または海水を掛け流したウォーターバスで約 24 時間静置します。和歌山県の産卵期（3～5 月）の海水温は 15～20℃、室温は 10～20℃程度で、この範囲内であれば問題ありません。**もし、室温が 10℃を下回るほど寒い場合や、直射日光等により 25℃を超えるおそれがある場合は、保温や遮光等を施してください。**

※諸事情により、雌雄不明の親から採卵する時は、採卵に用いる全ての親ナマコにクビフリンを注射し、個々に水槽に收容します。オスの方がクビフリンへの応答が早く、30～90 分程度で放精が開始されます（図 10）。放精が終了したら親を取り出し、これを精子液として、産卵のあった水槽（メスを取り出した後）に加えます。この時、上記と同じように 40 μm メッシュで精子液をろ過します。



生殖孔から精子が途切れずに放出されている様子

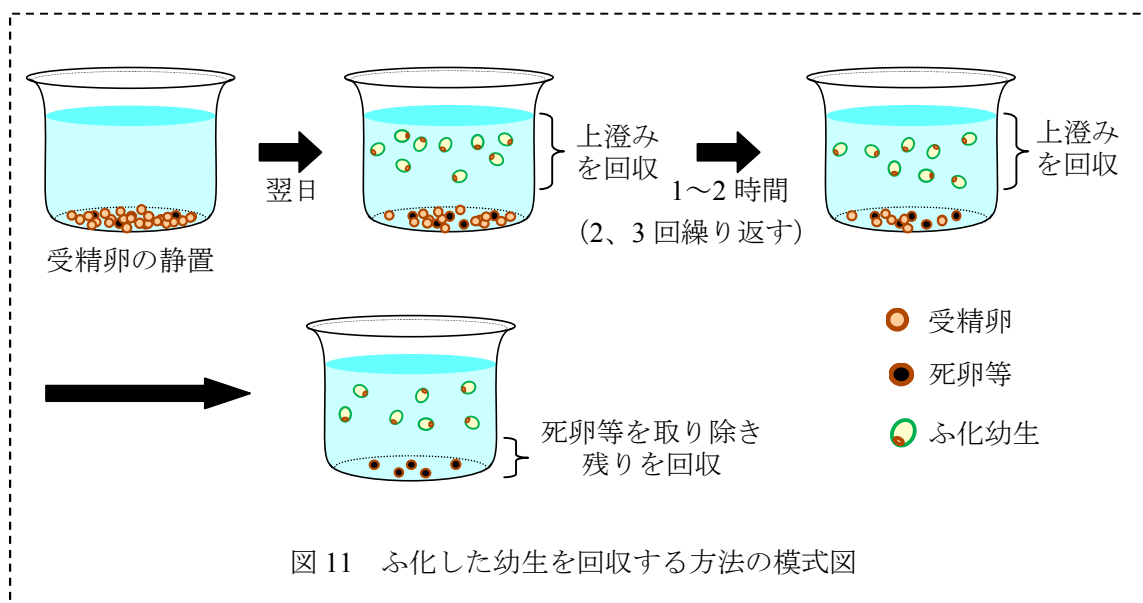
放精が終わる頃には水槽内が白濁している

図 10 放精の様子

※精子や卵は、放精・産卵されてから 4 時間以上経過すると、急激に受精率が低下しますので、卵や精子が余ったからといって翌日に使用することはできません。

(3) ふ化した幼生の收容

受精卵は、およそ 18～24 時間でふ化します。 ふ化までの時間には個体差がありますので、採卵した翌日にふ化用水槽を観察すると、既にふ化した幼生は水中に浮遊し、ふ化前の受精卵は底に沈降したままの様子が見られます。そこで、沈降したままの受精卵を巻き上げないように、水槽の上澄みをボウル等で回収して浮遊幼生飼育用の水槽に收容します。そして、再びろ過海水を加えて1～2時間静置し、遅れてふ化した幼生を、先ほどと同様に回収します。この作業を2、3回繰り返す、最後はふ化用水槽の底に沈降した未受精卵・ふ化できなかった受精卵・ゴミを除去した後に、残りを浮遊幼生飼育用の水槽に收容します(図11)。



浮遊幼生飼育用の水槽の大きさ・数などは次章で解説します。ふ化した幼生を浮遊幼生飼育用の水槽に收容し終わったら、水槽内の幼生密度を計算します。

※水槽内の幼生密度の計算方法

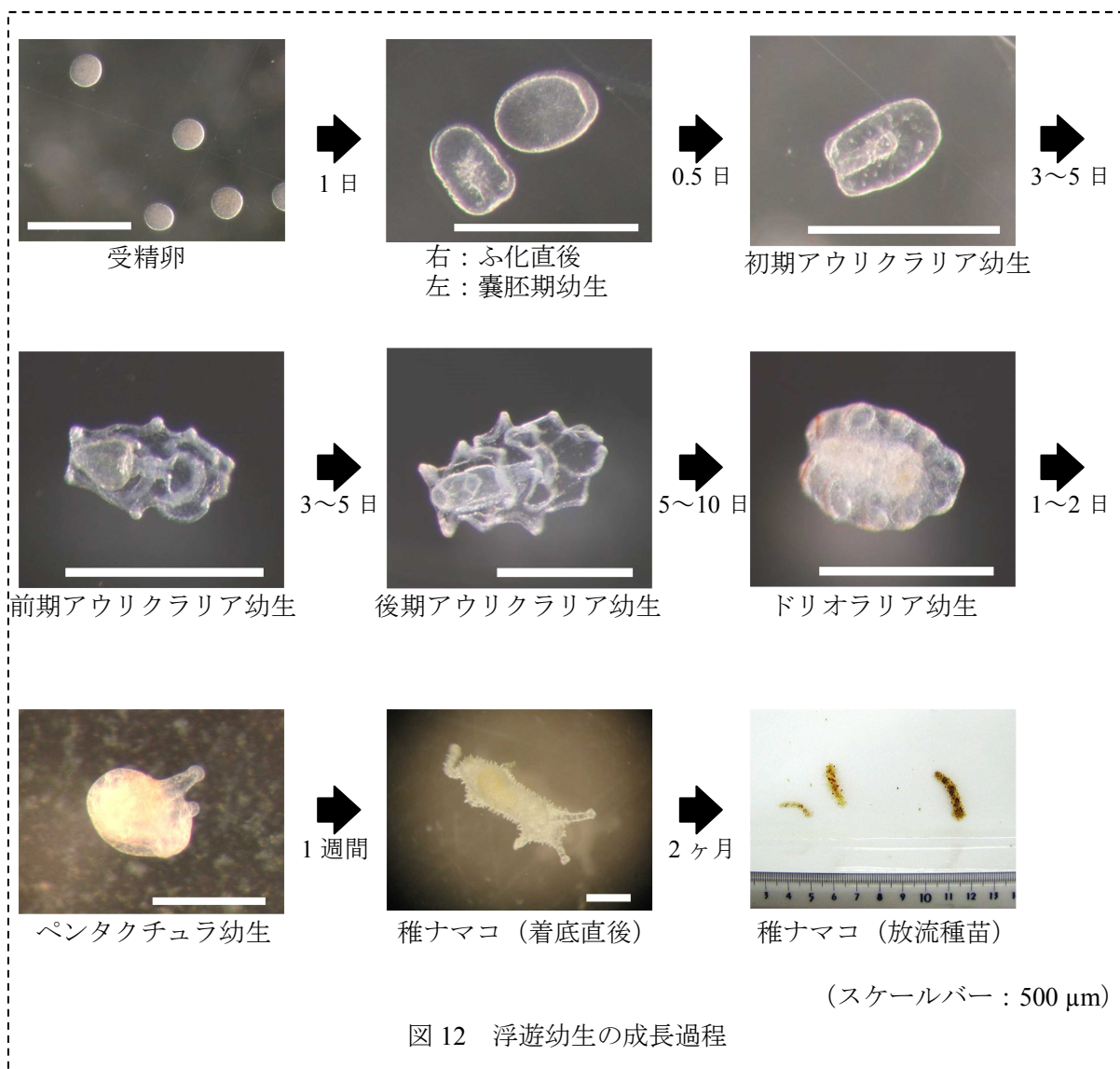
- ・強めにエアレーションを行い (p. 18)、水槽内の幼生の分布を均一にする。
- ・数 ml～10 ml 回収する。
- ・その中の幼生の数を計数 (1度に数える幼生数が10個以上となるように回収量を調整します) する。
- ・計数を3回以上行い、平均値を算出して水槽内の幼生密度を算出する。

回収した海水が a ml (ミリリットル)、
その中の幼生の数が b 個体だった場合、
水槽内の幼生密度 c (個体/ml) は、
 $c = b \div a$ で求められます。

3. 浮遊幼生飼育

(1) 浮遊幼生の成長過程

マナマコの成長過程を図 12 に示します。受精してから 1.5~2 日後には口が形成されて摂餌できるようになります。また、浮遊幼生の飼育期間は 2~3 週間ですので、採卵前に飼育スケジュールの確認、必要量の餌を用意するなどの準備をします。



(2) 飼育規模・方法について

マナマコ種苗生産の専用施設があるような機関では、10 トン以上の水槽を用いて種苗生産が行われていますが、小規模に行う場合は、500 L や 1 トン程度の水槽が扱いやすいです。

浮遊幼生の飼育は、止水で行う方法と定期的に換水する方法の 2 通りがあります。それぞれのメリット・デメリットは表 1 のとおりです。

表1 浮遊幼生飼育における止水と定期換水のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
止水	<ul style="list-style-type: none"> ・餌を節約できる ・換水の手間がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・残餌の計数が必要 ・水質が悪化しやすい ・飼育密度は3個体/ml以下
定期換水	<ul style="list-style-type: none"> ・水質が悪化しにくい ・残餌の計数が不要 ・飼育密度は5個体/ml以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・給餌量の増加 ・換水時の甲殻類混入のリスク

残餌（浮遊珪藻）の計数には手間がかかるため、小規模な飼育を行う場合、定期的に換水の方が効率的です。本マニュアルでは定期的に換水する幼生飼育方法を紹介します。

(3) 浮遊幼生飼育水槽の準備

受精卵を静置する際に受精卵数を計算しましたので、その数を目安に、用意する水槽の大きさ・数、餌の量などを判断します。

定期的に換水する場合、**水槽に収容できる幼生密度は5個体/ml以下が適しています**。500 L水槽（水量500 L）と1トン水槽（水量1,000 L）において、収容密度を1~5個体/mlとした場合の幼生総数を表2に示します。

表2 各水槽における幼生の収容密度と総数

収容密度 用意する水槽	1個体/ml	2個体/ml	3個体/ml	4個体/ml	5個体/ml
500 L水槽	50万個体	100万個体	150万個体	200万個体	250万個体
1トン水槽	100万個体	200万個体	300万個体	400万個体	500万個体

例えば、600万個の受精卵が得られた場合は、500 L水槽を3基または1トン水槽2基（もしくは1トン水槽1基+500L水槽1基）を用意することになります。**幼生の密度が高いほど水質が悪化しやすくなります**ので、設備に余裕がある場合は、**複数の水槽を使用して低密度で飼育する方がリスク分散になります**。

実際には、ふ化できない受精卵もあるため、収容する幼生数は、受精卵から計算した数よりも少なくなります。卵質によってふ化率は70~100%とまちまちですので、収容した幼生の密度を前述（p.12）の方法で求め、その密度から給餌量を算出して下さい。用意した水槽に収容できる数以上の受精卵が得られても、**もったいないからと言って5個体/mlを超えるような密度で飼育することは避けて下さい**。余った受精卵は、親を採取してきた地先海域に放流すると良いでしょう。

(4) 換水方法

換水時に甲殻類が混入するリスクがありますので、十分に注意して換水します。換水は、ろ過海水を注水し、水槽の底から排水器具を用いて古い海水を排水する方法で行います（図

13)。2、3日に1回換水（1回転程度）します。

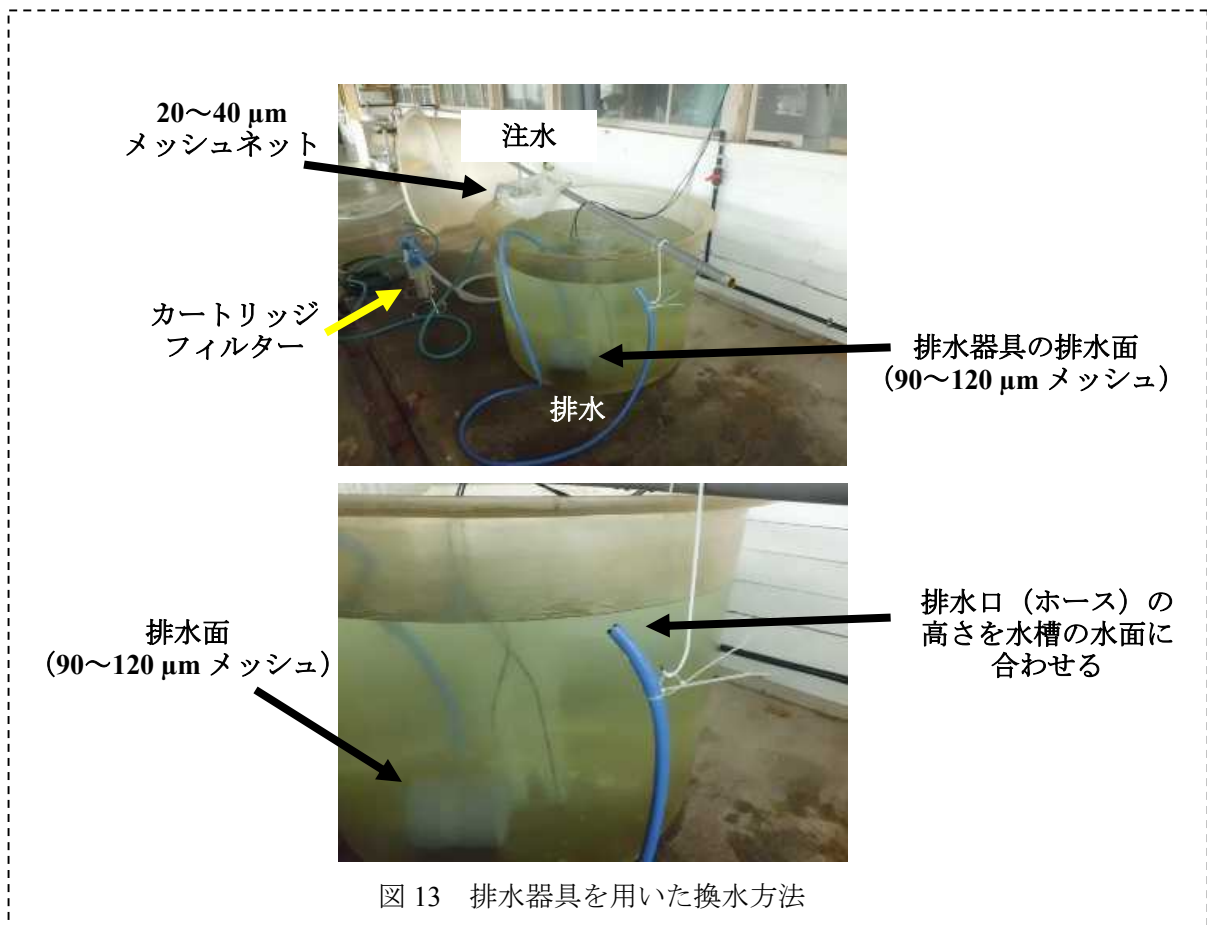


図 13 排水器具を用いた換水方法

① 注水

- ・海水をろ過するためのメッシュネットは毎日、カートリッジフィルターは定期的に洗浄してから使用します。
- ・注水量が多いと、排水の水圧が高くなり、排水面に幼生が張り付いてしまいますので、できるだけ少量で注水を行います。500 Lの海水を換水する場合、10秒で174 mlの注水量にすると、8時間で1回転になります。
- ・幼生の収容数が多い場合は、すぐに排水面が塞がれるおそれがありますので、1回の換水を0.5回転に抑える代わりに毎日換水するなど、調整して下さい。

② 排水

- ・幼生が流出しないように、排水面に90~120 μmのメッシュを貼り付けて排水します。
- ・排水面の面積が小さいと、すぐに幼生が張り付いて塞いでしまいますので、排水面の面積はできるだけ大きくします。
- ・換水中は、排水面が塞がれて水位が上昇していないか、時々確認するようにして下さい。
- ・その日の換水が終了したら、排水器具を取り上げ、排水面のメッシュをよく洗浄します。

(5) 給餌方法

マナマコの浮遊幼生は、植物プランクトンを餌にしています。現在、いくつかの植物プランクトンが工業的に生産されていますが、マナマコの幼生に適しているのは、珪藻の *Chaetoceros neogracile* です。**キートセロス・グラシリス**という名前で市販されていますので、本マニュアルでは**キートセロス・グラシリス**と表記します（図 14）。なお、キートセロス・カルシトランスという類似の珪藻がありますが、グラシリスよりサイズが小さく、本マニュアルで指定する分量では足りません。必ずキートセロス・グラシリスを使用して下さい。

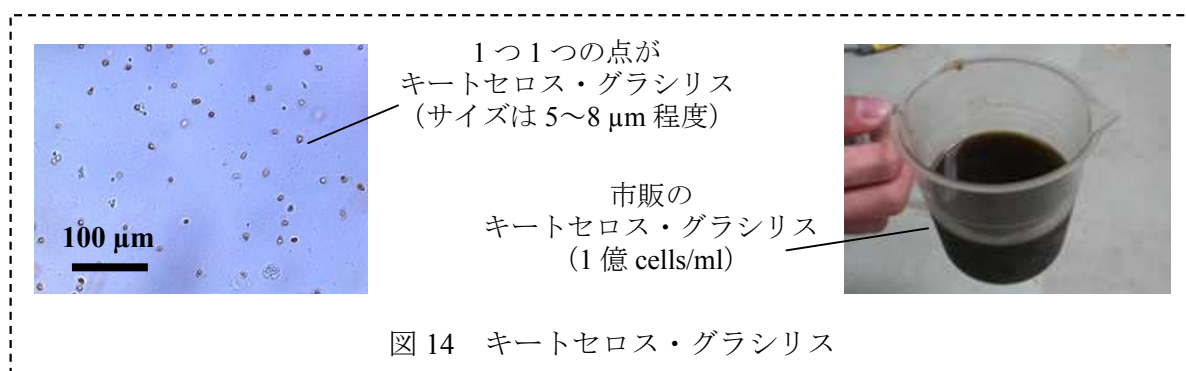


図 14 キートセロス・グラシリス

キートセロス・グラシリスを **10,000 cells × 水量 (ml) × 幼生密度 (個体/ml)** となるように給餌します。表 3 に、1日に必要なキートセロス・グラシリスの細胞数と、市販のキートセロス・グラシリス (1億 cells/ml) を使用した場合の使用量を表します。

表 3 各水槽における幼生の収容密度と給餌量

収容密度 用意する水槽	1 個体/ml		2 個体/ml		3 個体/ml	
	細胞数	使用量	細胞数	使用量	細胞数	使用量
500 L 水槽	50 億 cells	50 ml	100 億 cells	100 ml	150 億 cells	150 ml
1 トン水槽	100 億 cells	100 ml	200 億 cells	200 ml	300 億 cells	300 ml

収容密度 用意する水槽	4 個体/ml		5 個体/ml	
	細胞数	使用量	細胞数	使用量
500 L 水槽	200 億 cells	200 ml	250 億 cells	250 ml
1 トン水槽	400 億 cells	400 ml	500 億 cells	500 ml

幼生は、ふ化後 12 時間程度（受精から 1.5 日程度）で摂餌を開始します。そこで、**ふ化した幼生を飼育用水槽に収容してから 12 時間後に給餌を開始します**。ふ化後 12 時間が夜中や明け方になる場合は、予め夕方うちに給餌しても構いません。

給餌は、1 日 1 回行います。顕微鏡がある場合は、水槽内の残餌（残っているキートセロス・グラシリス）の密度 (cells/ml) を算出し、**不足分のみを給餌します**。**残餌量を計数できない場合は、最初に給餌した時と同じ着色具合となるよう給餌します**。最初に給餌した時にデジカメで水槽を撮影し、色を見比べながら給餌すると良いでしょう。それでも残餌によつ

て水質の悪化が進行しますので、**2日に1回換水**するようにしましょう。換水すると餌も流出しますので、**換水する日の給餌は、換水終了後に行います。**

水槽内の幼生数が減少すると、必要な給餌量も減少しますので、定期的に幼生数を計数します。その後は、算出された密度に合わせた給餌量にします。

※状態の悪いキートセロス・グラシリスを与えると、胃が委縮して正常に成長しません。購入直後に比べて、キートセロス・グラシリスの臭いや色が違うと感じた時や、濁りが生じている場合は、そのキートセロス・グラシリスを使用せず、新しいキートセロス・グラシリスを使用するようにします。

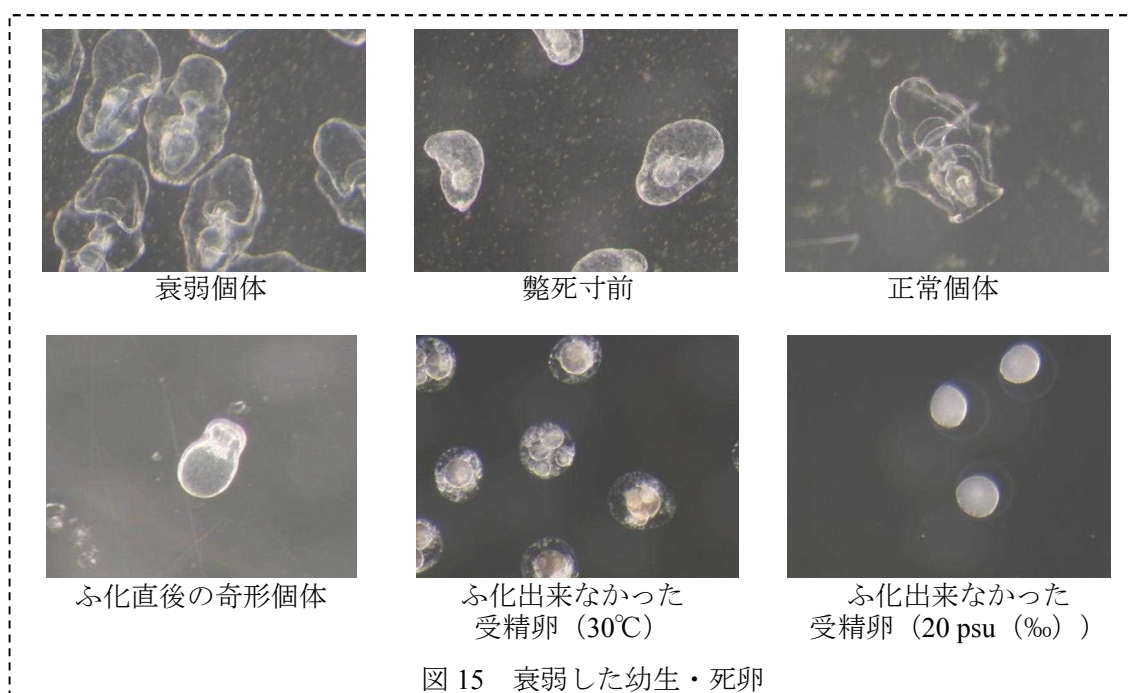
(6) 飼育条件

① 水温

幼生の成長は、水温が10～25℃の範囲では高いほど速く、30℃では衰弱します(図15)。また、水温が高いとバクテリアの増殖が速く、水質が悪化しやすくなります。幼生の成長速度と水質維持のバランスから、**水温15～20℃での飼育が効率的です。**飼育水温は、注水する海水温と気温に左右されますが、**和歌山県では幼生飼育時期は3～6月の間にあり、特別な温度管理をしなくても概ね15～20℃で飼育することができます。**

② 塩分

幼生は低塩分に弱く、塩分が25 psu (‰) に低下しただけで衰弱します(図15)。飼育には30 psu (‰) 以上(通常の海水は32～34 psu (‰) 程度)のろ過海水を常に使用します。河川水の影響を受ける場所や、水面から近い所から取水している施設では、**大雨の後は取水しないようにする、換水スケジュールをずらす等により、低塩分海水が水槽に入らないよう注意して下さい。**



③ 光

特に遮光する必要はありませんが、直射日光により水温が上昇してしまう場合は、遮光等により水温上昇を防いでください。

④ 飼育密度

止水条件では、**3 個体/ml 以下**、定期的に換水する場合は、**5 個体/ml 以下**で飼育します。

⑤ 通気量

エアレーションは、空気の供給だけでなく、幼生が沈降せずに餌を十分摂餌することや、残餌や死骸の沈降を防いで水質悪化を軽減する役割があります。エアストーンは水槽底面の中央に設置し、**エアレーションの通気量は、1.5 L/分を維持する**ようにしてください。

4. 採苗

(1) 採苗のタイミング

前章で示したように、マナマコの幼生は、アウリクラリア幼生のステージを経て着底に向けて変態を開始します。**ドリオラリア幼生 (図 12) の割合が 20~30 % 増加してきた頃に採苗します。**

変態期の幼生は、図 16 のようにアウリクラリア幼生の後期に 5 対の球状体を形成し、ドリオラリア幼生に変態していきます。しかし、球状体を形成できない幼生も多く、見かけの幼生数よりも実際に着底できる幼生数は非常に少ないです。



図 16 アウリクラリア幼生の球状体

(2) 波板の培養

採苗は、幼生が着底できる面積を増やすために波板を設置することで行います。波板は、プラスチックやアクリル製で**透明**なものを使用します。ホームセンター等で簡単に購入できますので、水槽の大きさに合わせて波板セットを作製します。図 17 のように、波板を 2~3 cm 間隔で複数枚重ねたものを 1 セットとします。着底後の稚ナマコは、付着珪藻を摂餌するようになりますので、投入する波板には、予め付着珪藻を繁茂させる必要があります。そこで、**ろ過海水を張った水槽に波板を設置し、自然に付着珪藻が波板に発生するようにします (図 18)。**浮遊幼生の飼育開始時に、**並行して波板の培養も開始しましょう。**この時、**甲殻類が混入しないよう十分に注意**し、珪藻が光合成できるように自然光もしくは照明が当たる場所で培養します (屋外、屋内のどちらでも培養できます)。珪藻が増えると海水中の栄養分が減少しますので、**時々ろ過海水を交換**します。



図 17 波板のセット



40 μm メッシュネット

図 18 波板の培養

(3) 波板の投入

付着珪藻を繁茂させた波板を投入する前に、**水道水に2分間浸します**。これは、万が一混入しているかもしれない甲殻類を除去するためです。水道水に浸ける時間が長いと、付着珪藻も枯死していきますので、2分間で取り上げます。取り上げた波板をろ過海水ですすいでから、飼育水槽に投入します（図19）。波板の向きは、垂直でも水平でも採苗率に差はありませんが、稚ナマコの飼育時に配合飼料を給餌しますので、波板セットを水平に設置した方が、餌が波板表面（上面）に沈降しやすくなります。



水道水処理



浮遊幼生飼育水槽への投入

図19 波板の水道水処理・投入

5. 稚ナマコの飼育

(1) 飼育条件

着底後の飼育条件（水温・塩分・光・通気量）は、浮遊幼生飼育の時と同様です（p. 17～18）。

(2) 給餌

着底直後～全長 3 mm までは、付着珪藻以外にキートセロス・グラシリスも摂餌します。キートセロス・グラシリスの給餌量は、浮遊幼生飼育の時と同程度です。

全長 3 mm に達する稚ナマコが多く確認されるようになったら、キートセロスの給餌を終了し、**稚ナマコ用配合飼料**の給餌を開始します。給餌量は、水槽の大きさや稚ナマコの数により変わってきますが、**概ね数 g/日**で十分です。

アワビや二枚貝用の飼料では、水質が悪化しやすく、稚ナマコが全滅することがありますので、全国的に稚ナマコの飼育に使用されているような飼料を使用しましょう。

(3) 換水・底掃除

稚ナマコの飼育期間中は、稚ナマコが水槽底面や波板に密集しているところに餌や糞が堆積しますので、**底掃除が必要です**。しかし、底掃除用の道具を使用すると、水槽底面に付着している稚ナマコを傷付ける可能性がありますので、浮遊幼生飼育の時に用いた排水器具を使って換水を行い、**換水時に水槽底面の残餌やゴミ等を巻き上げて排水とともに流れ出るようにします**。この時点では幼生が排水面に張りつく心配はありませんので、注水量を増やして短時間で換水することができます。

換水は、1～2日に1回行います。

(4) 甲殻類の除去

もし飼育水槽内に甲殻類が混入してしまった場合は、図 20 のように水中ポンプを用いて密度の上昇を抑えます。

基本的に、甲殻類は水槽壁面や波板表面を匍匐しますが、時折水中を遊泳します。そこで、水中ポンプで飼育水を吸い上げ、**40 μm** のメッシュネットで受けて水槽に戻すことで、一定の割合で甲殻類を濾し取ります。



吸い上げた海水を **40 μm** メッシュネットでろ過して水槽内へ戻す

図 20 水中ポンプを用いた甲殻類除去装置

甲殻類の密度が減少しない場合は、稚ナマコを全て回収して別の水槽に移す必要があります


す。その際、なるべく甲殻類が入らないように回収しますが、完全に除去することはできませんので、水槽の移動を繰り返すことで甲殻類の密度上昇を抑えます。

※甲殻類は付着珪藻を摂餌しますので、稚ナマコの食害だけでなく、餌の枯渇も引き起こします。最大限の注意を払って、甲殻類の混入を防ぐことが重要です。

(5) 放流サイズ

稚ナマコは高水温に弱く、25℃以上の水温では摂餌も運動もあまりしなくなります(夏眠)。7～9月の間はほとんど成長しなくなり、少しずつ減耗してしまいます。そこで、サイズが1～2 cm に達した種苗を、真夏を迎える前に放流します(図21)。

稚ナマコの成長は個体差が大きく、なかなか全ての種苗が1 cm 以上にはなりません。そこで、種苗放流を2段階として、早く2 cm に成長した種苗を集めて先に放流し、残りは概ね1 cm 以上に達したところで放流します。



左の写真の稚ナマコは、

- ・4月 採卵
 - ↓
 - ・浮遊幼生飼育
 - ・採苗
- ・5月 着底
 - ↓
 - ・稚ナマコ飼育
 - ・2 cm に成長
- ・7月 種苗放流

図21 放流サイズに達した稚ナマコ

真夏を迎えるまでに多くの種苗が1 cm に達しなかった場合、秋まで飼育を継続します。真夏に稚ナマコ飼育を行う場合は、気温による水槽内の水温上昇を抑えるため、流水飼育に切り替えます。**24時間海水をろ過し続ける流水飼育は、フィルターが詰まりやすくなりますので、こまめに掃除し、甲殻類の混入に十分注意して下さい。**その他の飼育条件を変える必要はありません。

※全ての稚ナマコが全く摂餌しないというわけではありませんので、給餌も継続します。稚ナマコは、水温が25℃を下回る10月頃からは再び成長するようになります。

放流方法については、「和歌山県産マナマコの種苗放流マニュアル」を参照してください。

マナマコ種苗生産 作業日誌

●採卵

採卵日：	年	月	日	親ナマコの採取場所：				
採卵に用いた親ナマコ：	メス	個体	オス	個体	不明	個体		
産卵したメス：	個体	精子を取り出した（放精した）オス：					個体	
受精時刻：	時	分	受精卵数：	粒				

●浮遊幼生飼育

水槽番号：	No.	水槽の大きさ：	L水槽	収容した幼生数：	個体
幼生密度：		個体/ml			

月日	給餌		換水		幼生密度 (個体/ml)	ドリオラ リア幼生 の割合	チェックリスト		
	時刻	量 (ml)	開始	終了			器具の 洗浄	海水の ろ過	通気量
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					

●稚ナマコ飼育（～3 mm）

月日	給餌		換水		底掃除	稚ナマコ サイズ (mm)	チェックリスト		
	時刻	量 (ml)	開始	終了			器具の 洗浄	海水の ろ過	通気量
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					

●稚ナマコ飼育 (3 mm～)

月日	給餌		換水		底掃除	稚ナマコ サイズ (mm)	チェックリスト		
	時刻	量 (g)	開始	終了			器具の 洗浄	海水の ろ過	通気量
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					
/	:		:	:					