

## 茨城県における二枚貝種苗の生産方法 (資料)

高 島 葉 二

Practical Technique for the Artificial Propagation of the Bivalve,  
*Meretrix lamarckii* DESHAYES and *Spisula sachalinensis* (SCHRENCK)

Youji TAKASHIMA\*

キーワード チョウセンハマグリ, ホッキガイ, 鹿島灘はまぐり, 種苗生産技術, 餌料培養, 微小藻類

## 目 次

- |  |   |
|--|---|
| 1. 生産期間<br>2. 親貝と採卵<br>(1) 親貝の入手<br>(2) 親貝の蓄養<br>(3) 採卵<br>3. 浮遊幼生飼育<br>(1) 飼育装置と飼育方法<br>(2) 飼育管理<br>(3) 沈着稚貝の回収<br>4. 沈着稚貝の飼育<br>(1) 飼育装置と飼育方法<br>(2) 飼育管理<br>(3) 選別と取り上げ | 5. その他<br>(1) 飼育水温と成長<br>(2) 硫酸ジヒドロストレプトマイシン (ストマイ)<br>(3) 混合給餌と餌料の栄養価<br>6. 餌料培養<br>(1) 餌料藻の特徴<br>(2) 培養<br>1) 藻保存と2ℓ培養<br>2) 15ℓ培養<br>3) 50ℓ, 1,000ℓ培養<br>7. 参考文献 |
|--|---|

鹿島灘はまぐり(標準和名はチョウセンハマグリ、以下ハマグリと称する。)とホッキガイは外海砂浜海岸に棲む大型二枚貝で、茨城県の重要漁獲対象魚種の一つである。一方、その発生量は変動が大きく、卓越年級群を効率よく利用するため漁獲量制限、操業時間制限等資源管理方策が実施されている。また、栽培漁業の対象種として人工種苗生産・放流が行われている。

茨城県におけるハマグリ、ホッキガイの種苗生産研究は1967年以来増殖対策の一環として行われ、多段式飼育水槽による流水連続飼育や餌料藻類の1㎡規模での大量培養技術開発を経て、種苗の大量生産のめどがたった。これを受け1995年に、1,000万個体を生産目標とした新たな種苗生産施設が建設され、財団法人茨城県栽培漁業協会(以下栽培協会と称する。)が種苗の大量生産技術開発に取り組むことになった。30年近い種苗生産研究の歴史の中で、個々の技術開発や新たな知見についての報告は、茨城県水産試験場研究報告、国補事業報告書等に

報告されているが、種苗生産を一貫して報告したものは児玉(1980)の報告しかなく、その後の新たな知見について総括して記述されたものはない。栽培協会が種苗の大量生産技術開発を行うに当たり、生産担当者が改めて個々の文献を読み直して生産業務に当たる時間的余裕はないため、速やかに生産業務に着手できるように、これまでの技術開発知見、当該種以外で開発されハマグリ、ホッキガイに導入した技術や今後の課題を含めて生産手法を取り纏めた。今回これに加筆訂正を加え資料として公表する。

本報告が両種の種苗の大量安定生産に役立てば幸いである。なお、本報告は著者がとりまとめたが、歴代種苗生産担当者をはじめ、嘱託職員、臨時職員の方々の長い努力の結果である。ここに敬意を表すと共に厚くお礼申し上げます。

## 1. 生産期間

ホッキガイの種苗生産は3月から7月にかけて行われる。採卵、浮遊幼生飼育を3~4週間、稚貝飼育を約2ヶ

\*財団法人 茨城県栽培漁業協会

月経で2 mm サイズ以上で生産を終了する。ハマグリでは7～12月にかけて生産が行われる。幼生飼育期間は2週間程度でホッキガイより短期間であるが、稚貝飼育期間に大小差がつき、2カ月程で2 mm サイズに達するものがある反面半年以上飼育しても2 mm サイズに達さないものもある。このため生産終了は通常11、12月になっている。しかし、産卵期の変動、生産の善し悪し、特に幼生飼育の良否で生産期間は変わる。

## 2. 親貝と採卵

### (1) 親貝の入手

種苗生産に用いる親貝は天然貝(ハマグリで殻長5 cm 前後以上、ホッキガイで8 cm 前後以上のもの)である。産卵期前あるいは産卵期中に入手したもから採卵する。ホッキガイの産卵期は春季、水温が12℃を越える頃で、茨城県では3月上旬～4月上旬が盛期である。しかし、産卵適期は水温により年変動するので、早い場合には2月中旬、遅い場合には4月下旬の採卵例がある。ハマグリでは7～8月が盛期で6月下旬から10月初旬まで採卵例がある(図1)。8月中旬を過ぎた採卵例では生産がうまくいかないことが多い。

ホッキガイでは低水温で蓄養することで産卵抑制が可能である。茨城県はホッキガイの生息域の南限であり、産卵時期が最も早いため茨城県での産卵期以降も東北各県から親貝の入手が可能である。

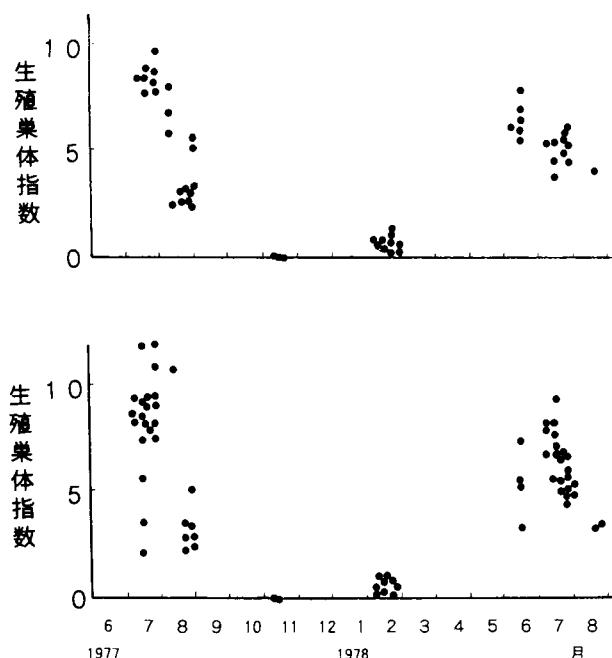


図1 ハマグリ生殖巣体指数 (Gonad weight/Body Weight×100) の季節変化 (児玉, 1980)  
上段: 雄 下段: 雌

### (2) 親貝の蓄養

親貝入手後、割れ貝、舌食い貝やゴミ等を除去し、採卵に供するまで蓄養する。ホッキガイ、ハマグリとも1個体から多回の採卵を行えるので、採卵後の親貝も蓄養することが多い。蓄養は天然海水あるいは濾過海水を掛け流すことで採卵に供するまでの数日から数週間行う。収容密度は1個体当たり4～8ℓの容器で、1個体、1時間当たり2.5～15ℓの流量で行われているが、適正範囲は明らかではない。蓄養時に給餌を行ったり、砂を敷いたりする他県事例はあるが、これを行わなくても採卵できる。

漁獲時の干出刺激や天然水温の上昇に伴い自然放卵・放精を生じる。一旦放精・放卵が始まった個体の放精や放卵を止める技術はなく、1回産卵するとその後採卵できなかつたり採卵数が減じるので、自然産卵された卵も種苗生産に供する。漁獲当日に自然産卵した場合には砂や糞が飼育水槽に混入するのでプランクトンネットを用いてこれを除去する。その後の飼育水の悪化を防ぐためである。このようなゴミあるいは雑菌類の混入を防止することは生産期間を通して心掛けることで、飼育器具類の洗浄、手洗いなどを励行する。

### (3) 採卵

親貝が採卵適期であれば、加温海水の掛け流し、ヒーターによる加温刺激で容易に放精・放卵する。ホッキガイの卵径は70μm、ハマグリは90μmで分離沈性卵であり、ゼリー層を持っている。産卵誘発されたホッキガイの総産卵数は、4令貝では420～2,250万粒、5令貝では1,200万粒～4,080万粒である。ハマグリでは通常1個体当たり200万粒前後採卵していて、殻長9 cm のもので1,000万粒の例もある。1個体当たりの産卵数は多く、通常、種苗生産に供する卵数が不足することはない。同一個体から2回以上採卵する場合には、日を改めて行う。

採卵は水槽に親貝を置いた状態で行う。通常水槽底面に親貝が一重に均一になるように収容する。250ℓ浅形水槽1水槽でホッキガイは数十個、ハマグリは100個前後である。採卵数が少ないことが見込まれるときには上記密度より多く収容して親貝が重なっていても良い。採卵水槽に収容する前に、親貝を洗浄して、砂、粘液様物質を除去する。ホッキガイの他県事例では干出刺激を与えている。茨城県の方法では、この親貝の洗浄が干出刺激になっている。加温は3～5時間かけて自然水温から10℃程度上昇するようにする。ヒーターを用いる場合には250ℓ水槽に対して500Wヒーター2本程度である。サーモスタットを使って過熱を防止する。

加温海水を掛け流して採卵する場合、水槽の排水口にプランクトンネットを設置して卵を回収する。30μmと180μm程度のプランクトンネットを2重にして180μm

表1 卵の収容密度試験結果（茨城県，1992）

試験区	収容密度	孵上幼生の 平均殻長	奇形個体数 /調査個体数	奇形率*
1	67粒/ml	105.7±3.6μm	2/200	1.0%
2	110	106.0±2.5	17/326	5.2
3	201	105.1±2.3	13/317	4.1
4	330	103.4±2.8	7/276	2.5
5	759	95.8±4.5	20/369	5.4

\*：ベリジャーでもトロコフォラ（担輪子）でもない異形の幼生。

ネットでゴミを除去する。30μmのネット上に回収された卵は余剰の精子を洗い流した後飼育水槽に収容する。飼育水槽には事前に飼育水を半量程度入れておき、移し換えの際の卵への物理的な衝撃を防ぐ。この衝撃防止策は幼生、稚貝を取り扱う際に共通している。

産卵が激しく、卵や精子で海水が白濁するような状況は、親貝の呼吸（濾水）、擬糞の形成にともない塊をつくるので速やかに受精卵を回収する。放精・放卵中の親貝を急に低水温に移しても一時的に放精・放卵は停止するものしばらく待つと再開するので、採卵水槽中の受精卵の回収、新たな海水の注水を繰り返して受精卵を回収する。1個体当たりの産卵数を計数するときには、放卵した個体を別容器に移して放卵させ、個別の産卵数を計数することができる。

卵の収容密度試験では、330粒/ml以上になると密度が高くなるほどベリジャー幼生（被面子幼生、以下D状幼生と称する。）の平均殻長が小さくなることが報告されている（表1）。高い収容密度の卵への影響は奇形や成長の違いなど、確認できるものだけでなく、程度の差はあれ連続した状態にあるはずで、卵を管理する上で収容密度は少なくとも視認できる奇形をできるだけ少なくする密度にする必要がある。1,000ℓポリカーボネイト（パンライト）水槽の場合10～30粒/ml程度を目安とする。この密度でも水流によって卵が集積することがあるので水槽底面に均一になるよう留意する。卵が集積するようであれば、円形パンライト水槽の場合には中心部に強く注水して水流を作った後静止しておくで収容した受精卵が均一に水槽底に沈み易い。卵及び幼生の観察には、水槽側面から水面に向かって懐中電灯で照らすと観察しやすい。また、パンライト水槽の下に発泡スチロールと黒色ビニールで作成した下敷きを敷くと卵の集積状況や幼生の沈殿状況が判断しやすい。

D状幼生期以前の幼生への物理的な刺激は奇形を多くするようなので、止水で通気も行わない。水温条件によるが、通常、ホッキガイ、ハマグリとも採卵翌日の夕刻にはD状幼生になっている。

ホッキガイでは切開法による人工受精も可能である。軟体部中腸腺付近に（生殖巣部分）にハサミを入れ精子と卵子の懸濁液を作り混合する。この場合組織片の混入が多いのでネットを用いて除去する。

ネットを用いない小型容器（20ℓ）での洗卵は、卵が沈殿してから上澄み海水をすて、新鮮海水を加えることを繰り返すことで行う。また、小型容器での産卵数の計数は、水槽を傾けて（上面と底面の角を直線で結ぶ）水量を1/2にして、攪拌後容積法で算出する。

### 3. 浮遊幼生飼育

#### (1) 飼育装置と飼育方法

飼育方法は、流水連続給餌方式と止水方式により行われる。止水飼育の場合には数日置きに幼生が流失しないようなネットを用いて飼育水を交換するが、流水方式ではこの換水作業を省くように、飼育水槽に幼生流出防止装置を取り付け0.5～2.0回転/日の換水率で、飼育後半になるほど流量が多くなるようにして生産する。流水連続給餌方式の方が幼生密度を高くして飼育でき、かつ管理作業もしやすく効率的に飼育管理が行える。以下に流水連続給餌方式について記述する。

通常、二次濾過海水を加温してホッキガイで18～20℃、ハマグリで20～30℃の範囲で飼育管理する。ヒーターを用いて加温する際には漏電に注意する。微量な漏電でも幼生の成長は悪くなる。

幼生流出防止装置の構造例を図2、3に示した。基本構造は幼生が流出しない目合のプランクトンネットを排水口の前に設けたものである。飼育水槽壁面上部に幼生流出防止装置を装着している。幼生流出防止装置は内径65mmの塩化ビニル製パイプを主体にしたもので、径違いソケットに径10mm程度の穴を多数開けその上にタキロン社製ネットを張り、さらにこれをプランクトンネットで覆ったものである。またプランクトンネットの外側に、針で数カ所穴を開けたビニール管を取り付け、通気することで幼生のネットへの付着を防いでいる。プランクトンネットの目合を幼生の成長に応じ拡大するこ

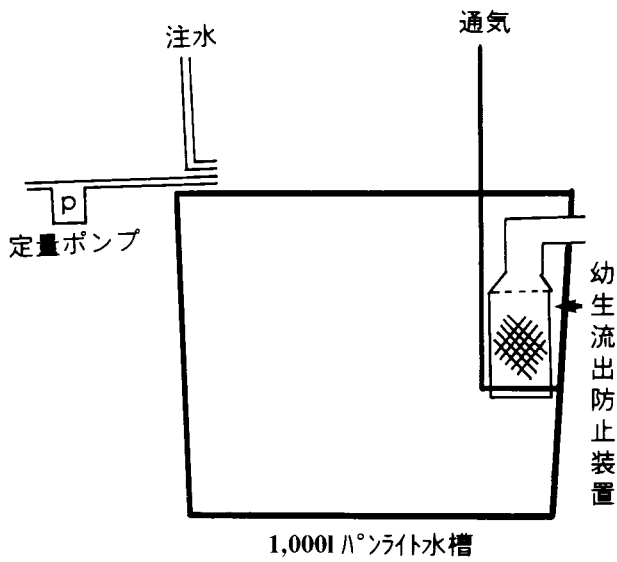


図2 幼生飼育装置 (高島・児玉, 1992)

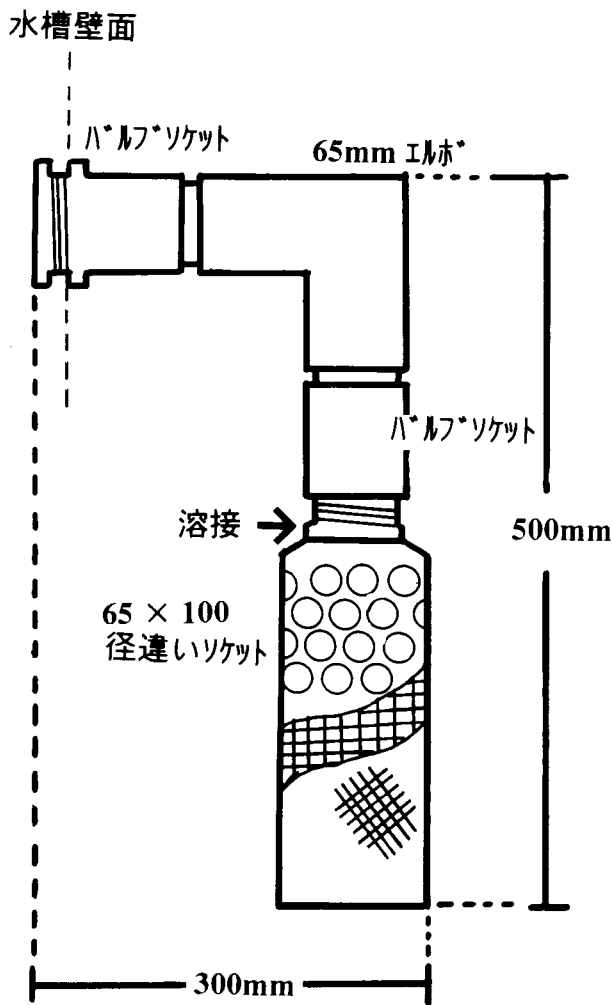


図3 幼生流出防止装置 (高島・児玉, 1992)

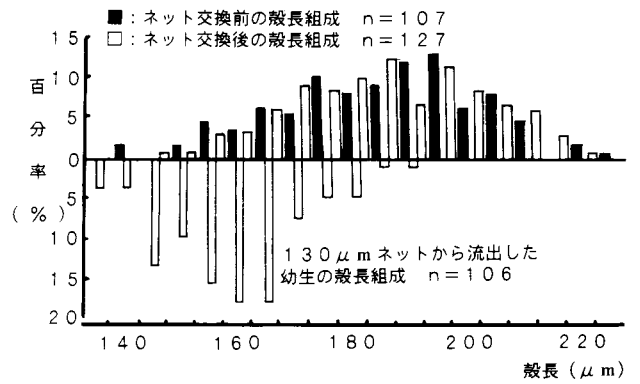


図4 流出防止ネット (130μm) によるホッキガイ幼生の選別結果 (茨城県, 1992)

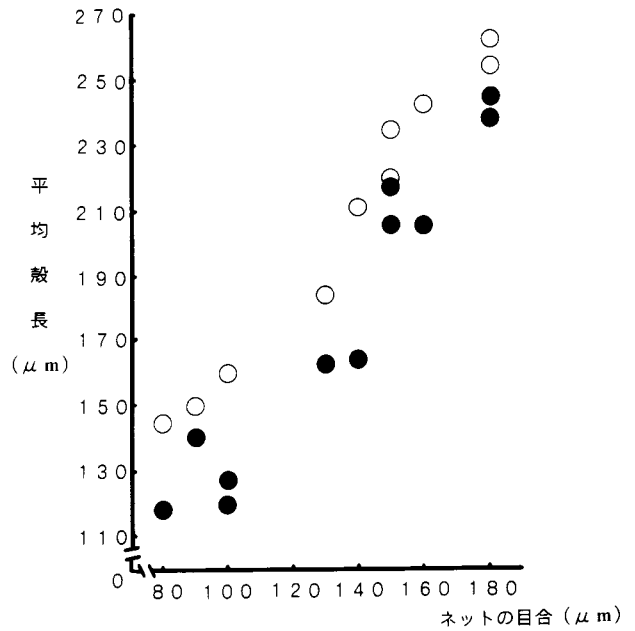


図5 ネット目合とネット交換前の幼生および流出した幼生の平均殻長との関係 (ホッキガイ) (茨城県, 1992)

- : ネット交換前の平均殻長
- : ネットから流出した幼生の殻長

とで、ネットの目詰まりを防止すると共に幼生の大小を選別することができる。幼生流出防止装置による選別例を図4に示した。130μm ネットを装着した例である。流出した幼生はネット交換前後の幼生のうち小さいものが大半を占めている。図5にネット交換前の幼生の平均殻長及び流出した幼生の平均殻長とネット目合との関係を示した。ネットの目合が殻長に対して適正でない場合には比較的大きな幼生が流出した例があり、ネット目合と飼育幼生の殻長との適合がこの方法による選別の留意点と言える。平均殻長より50μm程小さくなるように交換する。流水飼育開始時は30μmではじめる。飼育初期

表2 幼生流出防止装置での選別量の算定 (茨城県, 1992)

幼生飼育水槽番号	試験開始時飼育個体数	試験開始時平均殻長	流出防止装置のネット目合	流出幼生数	回収個体数	合計	流出割合
9	950万	216.9 $\mu\text{m}$	160,180 $\mu\text{m}$	153万	817万	970万	16.1%
10	870	186.5	130,140,150,180	268	619	887	30.8

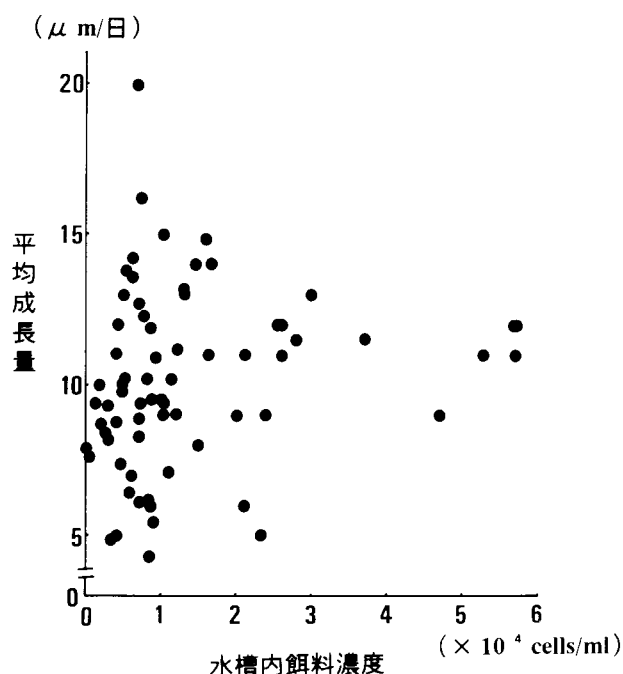


図6 水槽内餌料濃度とホッキガイ幼生の平均成長量の関係 (高島・児玉, 1992)

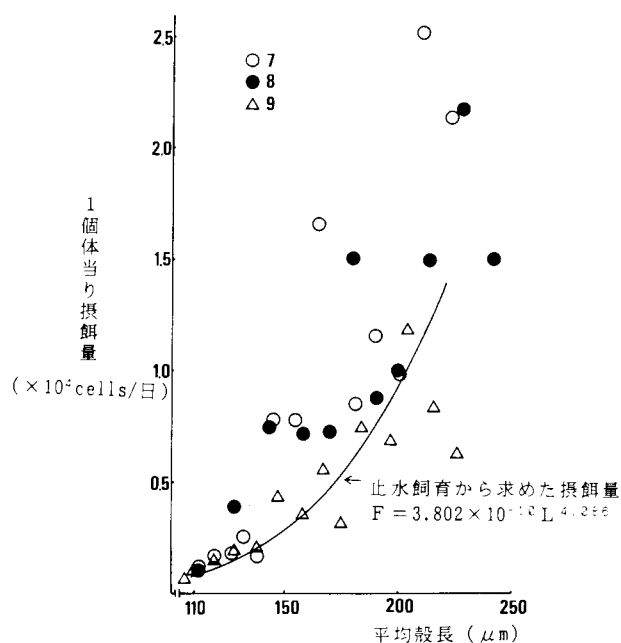


図7 ホッキガイ幼生の平均殻長と摂餌量の関係 (茨城県, 1992)

の60 $\mu\text{m}$ , 70 $\mu\text{m}$  ネットの場合には奇形幼生が多く流出し, これの除去にも効果がある。

ネットによる選別数量の算定結果を表2に示した。平均殻長217 $\mu\text{m}$ と187 $\mu\text{m}$ に達したときに流出した幼生をネットですべて回収し計数した。幼生飼育終了までに2~3割, 飼育開始時から算定すると40~50%選別し流出させていた。ネット目合を適合サイズより小さくすることで選別量は調整できる。

## (2) 飼育管理

給餌と注水はD状幼生になってから行う。無給餌でもホッキガイで130 $\mu\text{m}$ , ハマグりで150 $\mu\text{m}$ 程度まで成長する。ハマグリ, ホッキガイともに水中の懸濁物質を海水と共に吸入しそれを濾過, 摂餌する。餌料には微小藻類(植物プランクトン)である *Pavlova lutheri*, *Isochrysis sp.* 等を給餌する。流水連続給餌飼育方法における給餌は, 餌料培養室から培養液と共に定量ポンプを介してビニール管で行う。注水用のビニール管(内径6mm程)と給餌用のビニール管(内径3mm程)を密接さ

せて餌料と飼育水が混合されるようにする。餌料の管理は飼育排水の餌料濃度をコーンターカウンター(微粒子測定機)で測定して行う。餌料濃度が低い場合には定量ポンプの回転数を上げ給餌量を増やし, 高い場合にはポンプを停止し, 停止している時間を変えることで飼育槽内の餌料濃度を調整する。幼生飼育開始時には, 注水と給餌が混合した海水の餌料濃度を測定して給餌量と流量を調整する。通常給餌量は数 $\text{ml}$ /分, 流量は500 $\text{ml}$ /分以上である。

ホッキガイの飼育例から得た餌料濃度と平均成長量の関係を図6に示した。水槽内の餌料濃度が0.5万細胞/ $\text{ml}$ 以下の場合, 2万細胞/ $\text{ml}$ を越えた場合は10 $\mu\text{m}$ 前後以下の成長量を示し, 1万細胞/ $\text{ml}$ 前後では5~20 $\mu\text{m}$ の幅広い成長量を示した。餌料濃度を2万細胞/ $\text{ml}$ 以上に高く維持した飼育例では幼生密度は漸減し沈着稚貝が得られないか得られても極少数であった。ホッキガイの適正餌料濃度は1万細胞/ $\text{ml}$ 前後にあるものと考えている。1万細胞/ $\text{ml}$ 前後の濃度になるように摂餌量(飼育幼生数と大きさで変動する)にあわせて給餌量と流量を調整

する。ハマグリの場合は経験則からホッキガイより僅かに低くする。

コーンカウンターによる餌料濃度の測定では、飼育海水に含まれている懸濁物質も測定している。懸濁物質量は取水方式、海象条件で変化するので、餌料濃度の測定のみならず、幼生の摂餌状況を顕微鏡下で十分に把握する。

殻長と摂餌量の関係を図7に示した。止水飼育での浮遊幼生の摂餌量は、摂餌量 $=3.802 \times 10^{-10}$  殻長<sup>1.66</sup>で示されており、流水連続給餌飼育ではこれ以上の摂餌量がある。また、通常1日10 $\mu\text{m}$ の成長量で直線的な成長を示す(図8)。

日常の飼育管理の中では餌料濃度の管理と併せて幼生の密度・成長・摂餌状況(摂餌した餌料の色の濃淡)、浮遊状態の観察が重要である。これまでの経験では、幼生が中層を遊泳しているような状況は幼生の調子が良い時で、水面近くを浮遊しているときは餌不足の場合が多い。本来浮遊している時期に水槽底に沈んでいるのは悪い状況である。水槽底に沈む例として①パッチ状の場合②大きな塊を作る場合③水槽底を団塊状に漂う場合④本来の沈着で、水槽全体あるいは一部に沈着・集積する場合がある。

①では塊の中心部は斃死していて、これがさらなる斃死を引き起こすので除去する。幼生飼育初期に多い。②では①の斃死が多くなった場合が多い。③では餌料濃度が高く浮遊し難い状況にある場合が多いのでガラス管を用いて分散させる。この原因と異なり飼育後半、沈着間際に見られることもある。これも同様に分散させる。④の場合には取り上げ稚貝飼育を行う(後述)。いずれの場合もその部分を採取、観察し判定する。飼育幼生数が

漸減し、水槽底面全体に斃死貝がみられたり糞やゴミがある時にも、水槽内の細菌汚染防止のため随時サイホンによりこれらを取り除き水槽内を清浄に保つ。

ハマグリの幼生飼育では飼育がうまく行えれば100%の生残率を示すが、失敗すれば全滅にもなる。原因は明瞭ではないが、親の成熟度、栄養状態の違いもその原因の一つと考えられる。しかし、同一採卵群からの飼育例でも生残が大きく異なり、飼育水槽中の細菌層の違いが影響しているとも考えられる。バイオコントロールと称して、言わば善玉菌を飼育水槽に添加して幼生飼育を安定化させる研究が行われている。魚類、甲殻類で効果が認められつつあるが、二枚貝ではまだ実用段階になく、幼生飼育に悪影響をもたらす細菌、生残率向上に効果のありそうな細菌が発見されており、研究の緒についたところである。

### (3) 沈着稚貝の回収

浮遊幼生から沈着稚貝への変態はベラム(面盤)の有無で判定する。沈着時期になると斧足とベラムを持ち、浮遊したり匍匐したりする。この幼生が水槽底に沈むのは疑似沈着であり本来の沈着稚貝はベラムが脱落し、浮遊できない。沈着時期に幼生が水槽底に沈んだ場合にはベラムを持つ個体と持たない個体が混在するので稚貝飼育を開始すべきか否かの判断は難しい。沈着時の判断の誤りはその後の稚貝飼育の成否に大きく影響する。水槽底から採取した貝の大多数がベラムを脱落させていることを沈着か否かの判断基準にすると良い。飼育例毎に沈着稚貝の殻長は異なるので、幼生の殻長のみをもって沈着かどうかを判断するのは誤りである。

沈着する時期はホッキガイで平均殻長250~300 $\mu\text{m}$ (飼

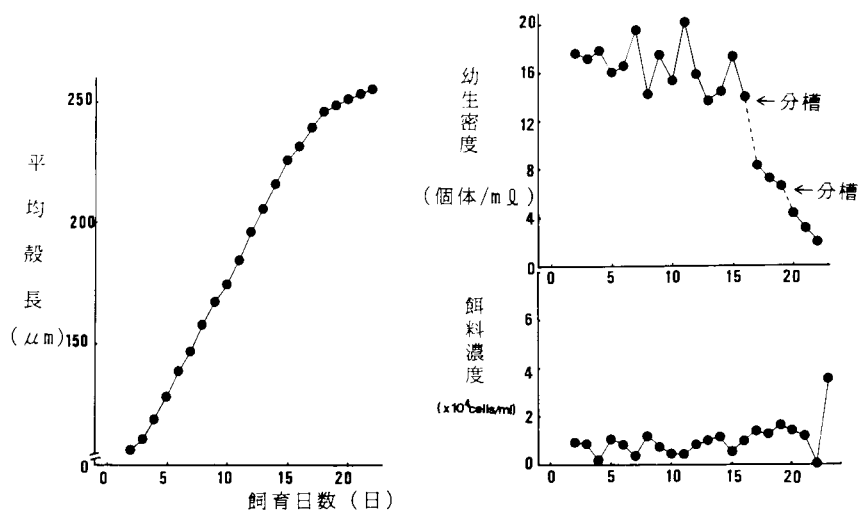


図8 流水連続給餌による幼生の成長と、水温、幼生密度、餌料濃度の推移(ホッキガイ)(高島・児玉, 1992)

育3週間程度)、ハマグリで180~210 $\mu\text{m}$  (飼育7日から10日程度)であるので、この頃には、いつでも稚貝飼育が開始できるように多段式飼育水槽(後述)の準備をしておく。

浮遊幼生の殻長がホッキガイで250 $\mu\text{m}$ 前後、ハマグリで180 $\mu\text{m}$ 前後に達した時期、あるいは最初の稚貝を認めるときにはサイホンによる底掃除を行う。水槽底の細菌に起因する稚貝の斃死を防ごうとしている。底掃除の際の沈澱物(斃死貝、稚貝が含まれている)も回収し飼育状況を把握する。沈着稚貝の回収はガラス管あるいは13mmの塩化ビニルパイプ製のサイホンで行う。稚貝を150 $\mu\text{m}$ から200 $\mu\text{m}$ (ホッキガイで180 $\mu\text{m}$ 、ハマグリで150 $\mu\text{m}$ 程度、サイズに合わせる。)のプランクトンネットで回収する。プランクトンネットの目合いを数種使うことで沈着稚貝と疑似沈着稚貝を選別することもできる。稚貝の抜けるネットでゴミを除去する。稚貝を回収したネットも海水で洗浄し稚貝飼育水槽へのゴミの混入をできるだけ防ぐ。この後計数のため5 $\ell$ ビーカーに収容する。ビーカー中央部に注水することで攪拌して稚貝を均等に分散させ、1ml駒込ピペットで0.5mlあるいは1ml採集してこの海水中の稚貝数を計数し、稚貝数を算出する(容積法)。その後、底面に均一に稚貝を分布させたビーカーを、円を36等分(多段式飼育水槽1セットの飼育水槽数)にするような線を引いたプラスチック板(下敷き等)の上に置き、稚貝がビーカー底に沈んで(ベラムを脱落させた個体が多いほど早く沈む)から線に沿って20ml駒込ピペットで取り小型容器(直径9cmシャーレ等)36ヶに稚貝を移し換える。多段式飼育水槽への収容は、駒込ピペットで稚貝が水槽全体に均一に分布するように行う。沈着稚貝の収容時に密度が高い部分ができるのと貝の成長にともない相対的に密度が高くなり斃死につながる。貝が成長し肉眼で見えるようになって高密度域がある場合には、ピペットでこれを分散させる。収容稚貝数は飼育水槽(60 $\times$ 60 $\times$ 20cm)当たりホッキガイで8万個体ハマグリで16万個体を目安とする。これによる生産数は2mmサイズで飼育水槽当たり5万個体である。

飼育水槽には洗浄した砂2 $\ell$ を均等に敷く。砂の量が多い方が稚貝の収容量が多くかつ貝の落ち着きも良いようである。しかし、飼育が不調に終わったときの後片づけ、洗浄には少量の砂の方が整理し安く、また、水槽に均一に敷ける最低限の量として2 $\ell$ にしている。砂の洗浄は、塩素を入れ数日間以上放置した後、砂洗浄選別機によって行い、さらに砂2 $\ell$ を15 $\ell$ のバケツに入れ水道水を注水しながら回転攪拌洗浄することを10回繰り返す。飼育水槽に入れるときに1回海水で洗浄する。洗浄が不十分で、有機物が残存している砂で稚貝を飼育し、稚貝飼育初期に斃死を起こし、生産が不調に終わった例

がある。

砂粒径(新規の砂は砂洗浄選別機で150 $\mu\text{m}$ ~300 $\mu\text{m}$ の粒径に揃える)はハマグリの子息域の砂を想定している。粒径の大きい砂で飼育すると稚貝飼育初期に砂粒の間隙に稚貝が落ち込み、斃死を経験している。

#### 4. 沈着稚貝の飼育

##### (1) 飼育装置と飼育方法

稚貝の飼育に用いる多段式飼育水槽(図9)は、床面積当たりの飼育数を多くするために多段にしている。透明の飼育水槽であり稚貝の観察がし易く、また浅い水槽であるため観察用の稚貝が採取し易い。しかし、循環ポンプを設置しているため吸い込み側のパイプの接続不良があると、ここから空気を吸い込み、稚貝にガス病を発生させる。微量の空気混入によるガス病の場合、斃死は徐々に生じるので注意がいる。観察を怠ると斃死貝の腐敗がさらに斃死を生み多大な被害になる。稚貝飼育開始前の装置の確認と飼育開始初期の稚貝の状況には特に留意する。

上記の斃死に限らないが、斃死貝が多いときには飼育水に濁りが見られる。このような時や餌料濃度測定時に通常見られない大型粒子がみられるような時、あるいは稚貝の飼育状況が思わしくないときには飼育水を交換して飼育環境の改善を図る。しかし、頻繁な飼育水の交換は、稚貝が摂餌する機会を減少させることにつながる。毎日連続して換水する場合の対応策として、換水後2万

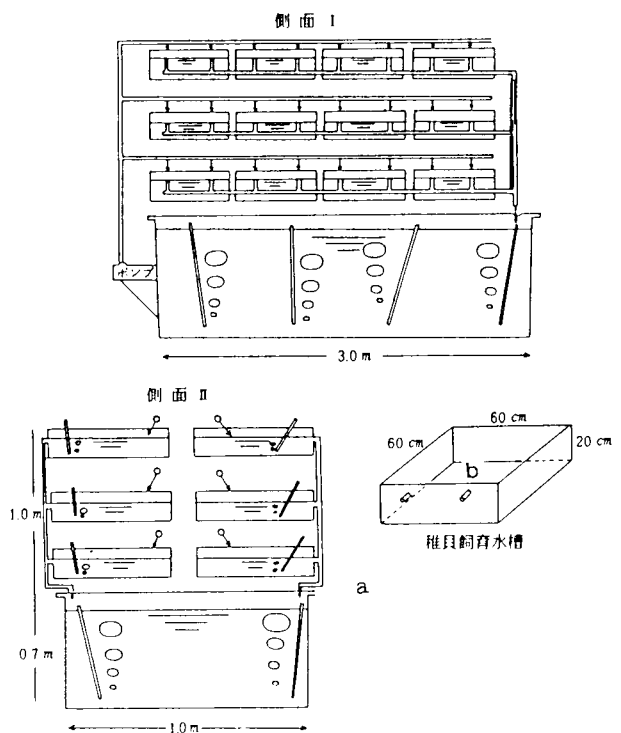


図9 多段式循環水槽(児玉・薮, 1983)

細胞/mlとなるように餌料を添加してから連続給餌を行う。

沈着稚貝を収容後、混入した浮遊幼生が少なくなったら循環ポンプを運転する（翌日もしくは2日目まで）。浮遊幼生が残っているうちに循環ポンプを運転することが多い。ホッキガイでは循環排水口（図9 a部）の水中にネットを設けポンプ運転翌日に回収して再収容する。ハマグリでは塩化ビニル管の異径ソケットで作成した流出防止ネットを各水槽に2ヶ装着して、幼生の流出を防いでいる。ホッキガイ同様プランクトンネット上に回収、再収容する。ハマグリでは稚貝期以降も浮遊するするため、生産期間中常にこのネットを装着している。このため、糞や餌料でネットの目詰まりを生じるので、成長に合わせてネット目合の交換するとともに、数日間隔で交

換・洗浄を行う。

各飼育水槽への注水口はゴミ（フナムシの死殻等）、稚貝（ハマグリは粘液を分泌し水中を浮遊するため）により目詰まりする。通気用のガラス管も塩分の付着で詰まるのでこれらは復元する。塩分によるガラス管の目詰まりの対応策として、通気を止め開放にすることでガラス管内に海水を通して塩分を落とす方法がある。また、砂面とガラス管が近かったり通気が強いと、砂を巻き上げたり、稚貝を寄せ集めた結果、稚貝の高密度域をつくることがあるので留意する。ハマグリの場合冬季の低水温時に通気が強いと徐々に貝が衰弱するように思われる。

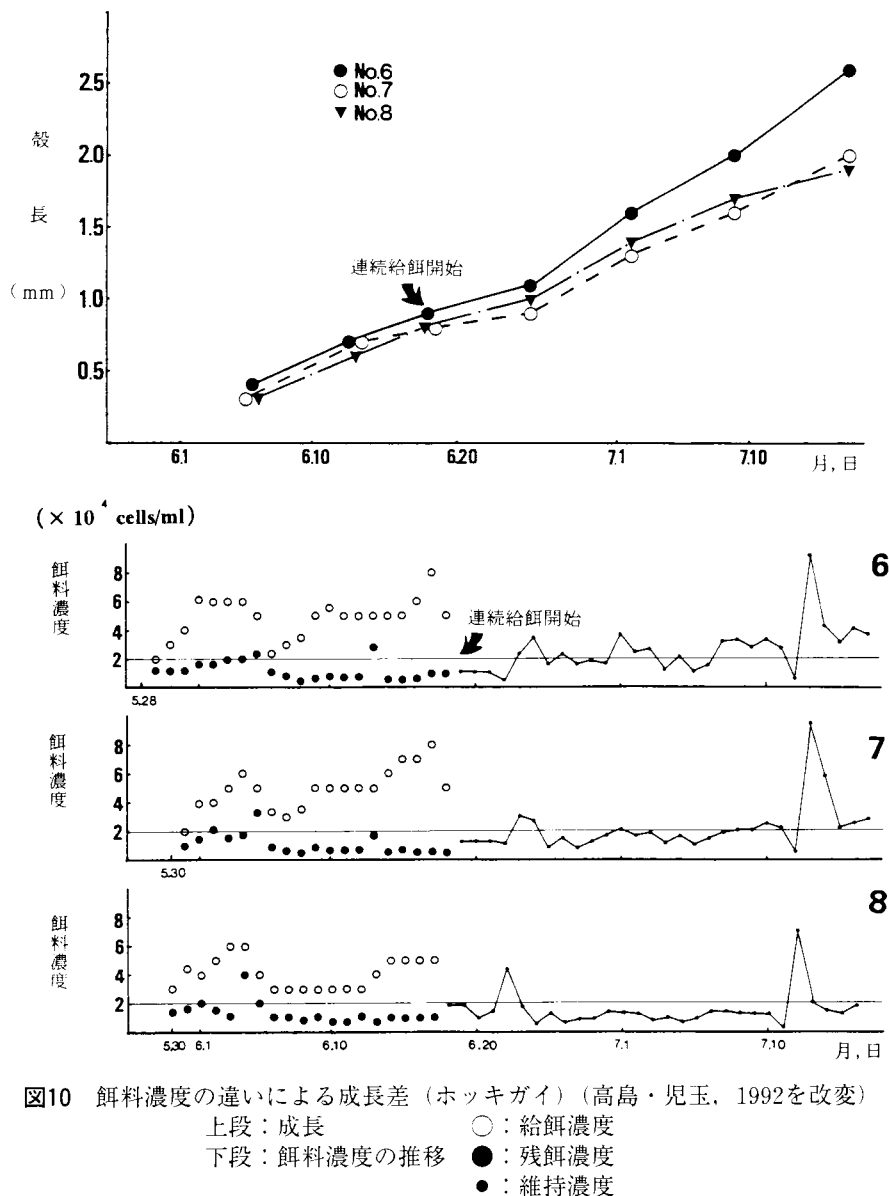


図10 餌料濃度の違いによる成長差（ホッキガイ）（高島・児玉，1992を改変）  
 上段：成長 ○：給餌濃度  
 下段：餌料濃度の推移 ●：残餌濃度  
 ●：維持濃度



## (2) 飼育管理

幼生飼育同様、流水連続給餌により飼育する。殻長1.5 mmを越える頃から *Chaetoceros gracilis* を使用できる。

ホッキガイを2万細胞/ml前後の3段階の餌料濃度で、連続給餌飼育試験を行った結果では、餌料濃度が高いほど成長が良かった（図10）。ハマグリではこれより僅かに低い濃度が適切のようだがまだ明瞭ではない。

また、ホッキガイの濾過水量と殻長の関係は、濾過水量 (ml/h) =  $0.638 \times \text{殻長 (mm)}^{1.679}$ （図11）で、ハマグリでは濾過水量 =  $0.228 \times \text{殻長}^{2.765}$  (25℃) あるいは濾過水量 =  $0.023 \times \text{殻長}^{3.098}$  (20℃) 示されている（図12）が、水温だけでなく、測定基質（藻種）と濃度によっても濾過水量は変わる（図13, 14）。餌料濃度が高いと濾過水量は減少し、低いと増加する。二枚貝の摂餌量は餌料濃度と濾過水量の積と考えられるから、濾過水量が上限で、餌料濃度が必要量より低いと餌不足を生じる。また、稚貝の成長に伴い摂餌量が増えていくので、少なくとも1週間に1度の給餌量の見直しが必要である。また、使用量（餌料量）に併せて餌料藻の培養量を増加させていく。ホッキガイはハマグリと比べると成長が早いので

留意する。餌料濃度が高い（止水飼育の場合8万細胞/ml以上）と擬糞を生じさせたり、低い餌料濃度より成長が悪かったり、長期の飼育では斃死が起きている。適正な餌料濃度の範囲であれば、濾過水量に比例して摂餌量は増え、摂餌量に応じた成長を示す（図15, 16）。ホッキガイの稚貝飼育初期に餌料濃度が低いことが原因と考えられる大量斃死を生じている。水管付近に餌料と思われる塊が生じていて、糞詰まり様に見えるのが斃死の原因と思われた。この対策として摂餌状況を良く観察することが上げられる。消化盲嚢部の餌料の色を基準にすると良い。また貝の匍匐状態（元気がよいか否か）も参考になる。

通常、餌料濃度の測定はコールターカウンターで行っているが、測定限界もある。餌料濃度が低く、餌料濃度の減少幅が少ない場合、測定誤差あるいは摂餌量の差と見誤り易いので、餌料濃度の維持だけでなく稚貝の摂餌状況を十分に把握することが肝要である。稚貝の濾過水量が餌料濃度0.8~1万細胞/mlの範囲で同じと仮定すると、餌料濃度が1万細胞/mlの時に1時間で10%濾過した場合、稚貝は0.1万細胞/ml摂餌する。しかし、0.8万細胞/mlで同じ割合濾過しても0.08万細胞/mlの摂餌になり、1日では2.4万細胞/mlに対して1.9万細胞/mlとなり、飼育期間が長くなればなるほど稚貝の摂餌量に大きな差が生じる。

流量は通常1.5~2回転/日で3回転/日程度を上限としている。回転率が低いと水質悪化を招き、高いと流失する餌料の量が多くなる。また、2万細胞/mlの餌料を高い回転率で飼育槽に流下させこの濃度を維持するこ

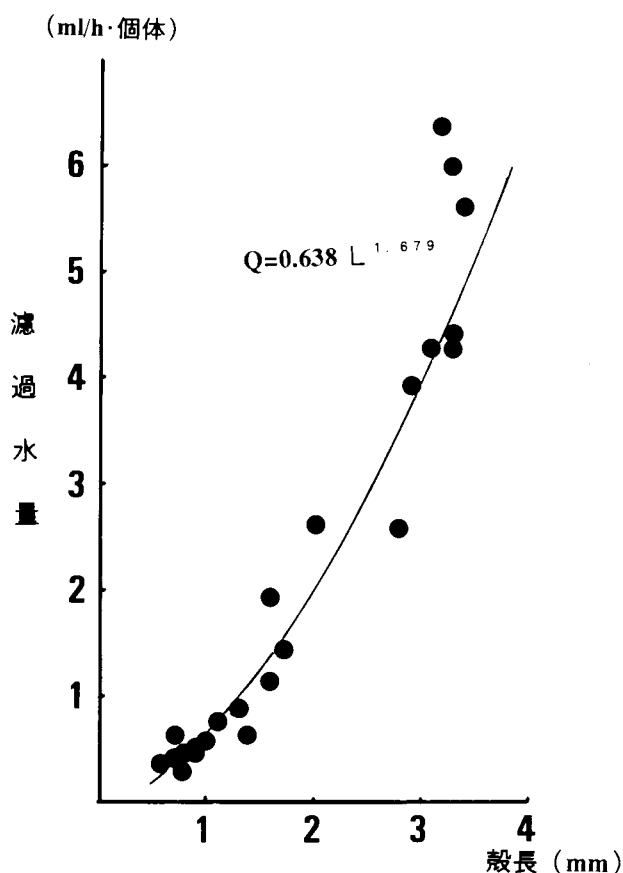


図11 多段式水槽飼育における殻長と濾過水量の関係（ホッキガイ）（茨城県，1990）

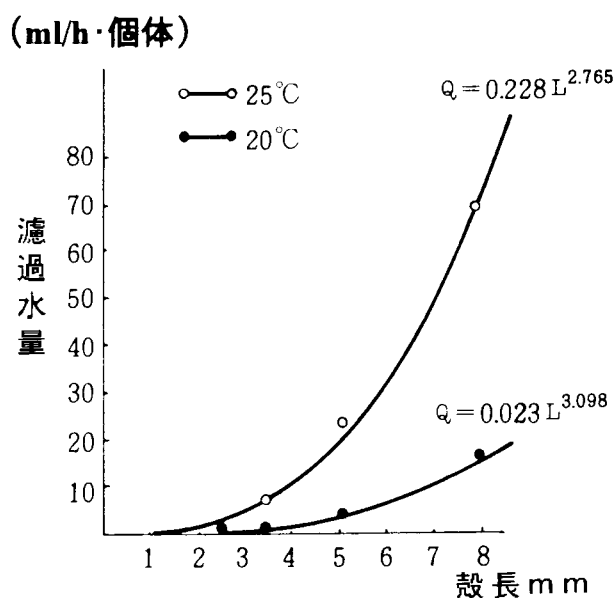


図12 稚貝の殻長と濾過水量との関係（ハマグリ）（児玉・市毛，1981）

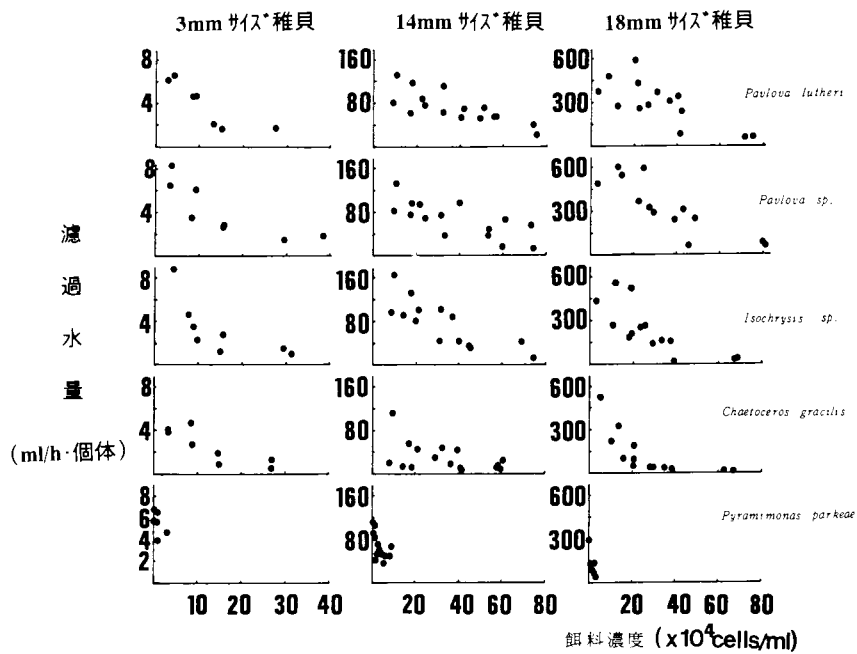


図13 異なるサイズの稚貝・藻種・藻濃度における濾過水量の変動 (ホッキガイ) (高島・児玉, 1992)

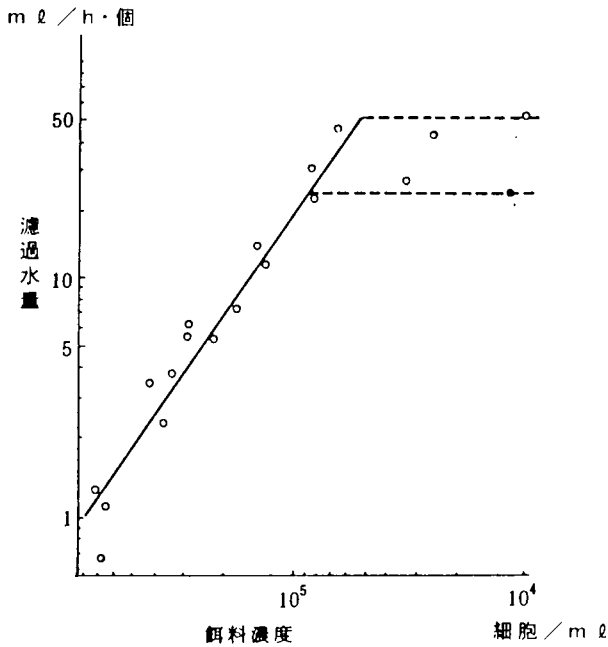


図14 餌料濃度と濾過水量の関係 (ハマグリ) (児玉・市毛, 1981)

稚貝殻長 5.5mm  
水 温 25℃

と、貝が濾過した結果として餌料濃度が2万細胞/mlに維持されていることは異なるので注意する。飼育水中の餌料濃度と流水量の適正な関係はまだ明らかではない。

稚貝の成長、生残数の把握なども飼育管理がうまく

いっているか否かの判断基準になる。砂と稚貝がプランクトンネットで分離できない時期には、砂ごと採取し顕微鏡下でピペットにより1個体ずつ別容器に分離する。収容時の生死貝の割合を調べておくと、その後のそれと比較して生残状況が推定できる。多段式飼育水槽1セットの中で飼育水槽ごとの生残率に大差はないので、1~2水槽について砂と分離、計数して、全体の飼育数を推定する。

### (3) 選別と取り上げ

稚貝飼育後半に貝の大小差が過大になった場合には選別が必要になる。大型貝と小型貝(例えば5mm貝と1mm以下の貝)が混在すると小型貝は大型貝の動きによって動揺させられうまく潜砂できなくなるため、徐々に斃死貝が生ずる。大きさが揃って成長するか、生産数が多く大型貝のみで目標数が達せられれば選別は必要ない。ハマグリは大小差がつき易く、飼育期間が長く砂が汚れるので砂の洗浄・交換を兼ねて、通常選別する。

生産終了時と選別時の取り上げはプランクトンネットを用いて行う。飼育水槽の水をサイホンで抜くと水槽は運搬できる。ざるに稚貝の抜けないネットを敷き(選別では2重、3重に)水槽を傾斜させながら砂ごと水中のネットに受ける。同時にざるを振動させて砂だけをネットから通過させる。また、ネットで砂と分離できないサイズのは洗い出し法により行う。砂の洗浄方法と同じで稚貝が浮遊している間に水ごとネットに受ける方法である。

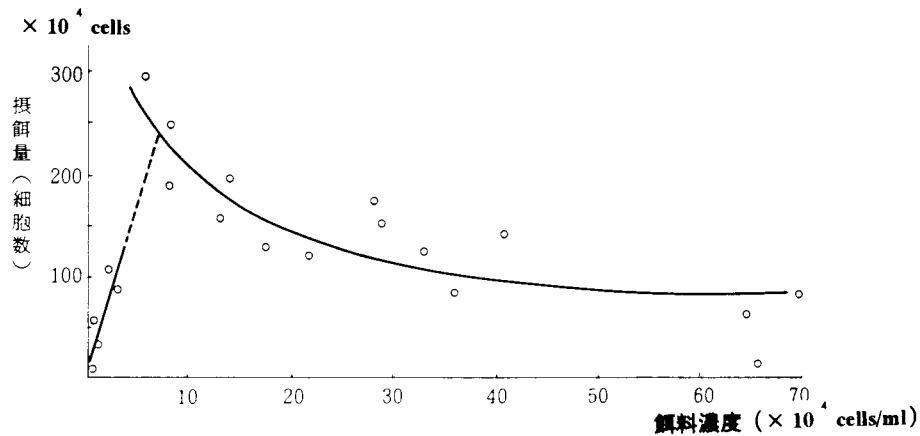


図15 餌料濃度と摂餌量の関係 (ハマグリ) (児玉・市毛, 1981)  
(摂餌量 = 餌料濃度 × 濾水速度)

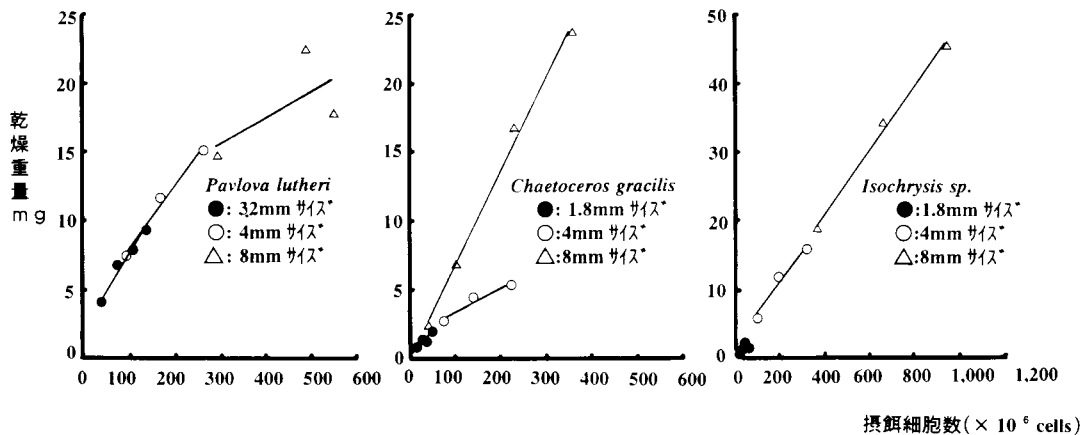


図16 ホッキガイの摂餌細胞数と増重量の関係 (茨城県, 1996)

貝の計数はメスシリンダーを用いて容積法で行う。総量の計量後、一部を計量・計数し総量の個体数を算出する。大きさが揃っていないと誤差を生じる。出荷時には大量の種苗を一時的に小規模の容器に入れるので、通気・注水に留意する。特にホッキガイでは出荷が夏季の高温期になることがあるので水温に気をつける。

## 5. その他

### (1) 飼育水温と成長

水温別飼育試験の結果、飼育水温と成長の関係が明らかになっている (図17, 18, 19)。ハマグリ幼生期では16℃～35℃の範囲では30℃まで水温の上昇にともなって日間成長量が大きくなり、稚貝期には27℃付近まで水温の上昇にともない成長量が大きくなっている。30℃では使用する餌料種が限られてくるので、通常25℃以下で飼育している。

ホッキガイ稚貝でも22℃まで、水温の上昇と成長量が相関している。しかし、25℃で成長がやや鈍化している。

また、25℃で長期間飼育した例では生残率の低下を経験しているので25℃以下での飼育が良い。ホッキガイ幼生の適正水温を明らかにした試験は行っていないが、通常18～20℃で飼育している。幼生飼育開始後数日間は有機物 (ジェリー層等孵化残物など) の腐敗を防止するため自然水温で管理する。

### (2) 硫酸ジヒドロストレプトマイシン (ストマイ)

ハマグリ種苗生産研究開始時にはストマイは幼生飼育に画期的な効果があり、沈着稚貝生産を容易に行えるようになった。しかし、最近では理由は明らかではないが、ストマイを添加しても必ずしも沈着稚貝が生産できるとは限らなくなっている。

現在は幼生飼育が不調の時、沈着稚貝取り上げ・稚貝収容時、稚貝飼育不調時に使っている。沈着稚貝数が少なく翌日に取り上げを行おうとする場合にも幼生飼育水槽にストマイを添加する。沈着稚貝生産が総じて不調で生産数量達成の見込みの薄いときには幼生飼育期間を通

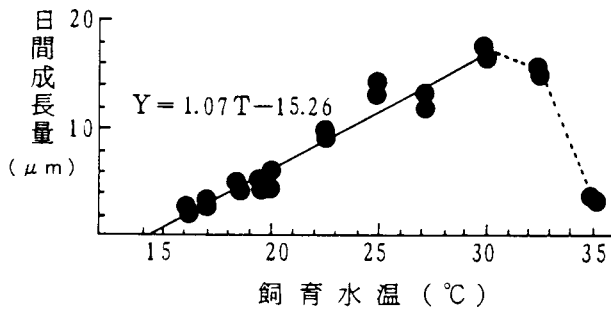


図17 浮遊幼生の飼育水温と日間成長量との関係 (ハマグリ) (児玉・市毛, 1980)

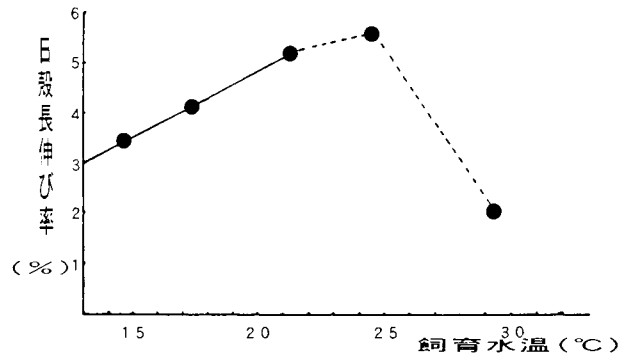


図19 稚貝飼育水温と日殻長伸び率の関係(ホッキガイ) (児玉・薮, 1983)

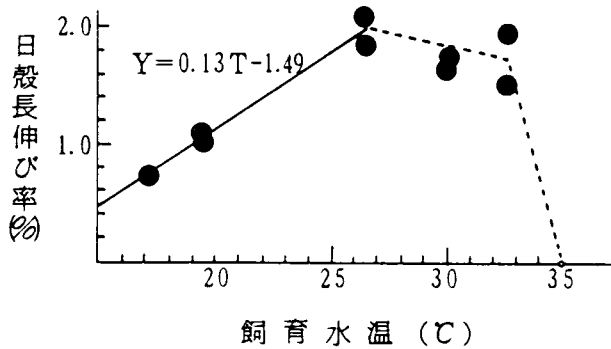


図18 稚貝飼育水温と日殻長伸び率との関係(ハマグリ) (児玉・市毛, 1980)

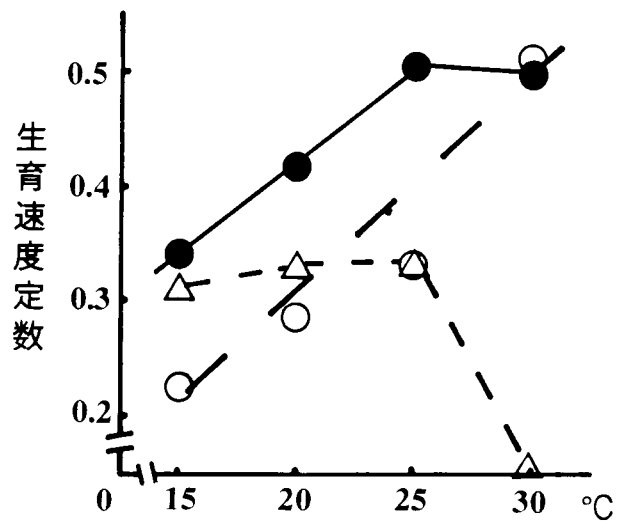


図20 水温と生育速度定数の関係 (高島ら, 1993)

○ : *Pavlova sp.*  
● : *Isochrysis sp.*  
△ : *Pavlova lutheri*

して毎日添加している。しかし、ストマイの不必要な使用は、耐性菌の発生や経費増大につながるのでできるだけ使用を控える。

通常20ppmで添加する。高濃度で添加しても貝への影響は少ない。幼生期には一時的に浮遊しなくなることがある。また、発生初期には細胞分裂阻害になるので、D状幼生期以降から使用する。

### (3) 混合給餌と餌料の栄養価

ハマグリの幼生飼育で、2種類の餌料をあたえることで生残率向上に効果があったり、他機関で2種あるいは3種の餌料を混合して与えて成長促進効果があった例はあるが、まだ検討課題として残されている。また、餌料の培養日数(誘導期, 対数増殖期, 定常期)あるいは培養水温によって栄養価が異なるとの報告があり、今後の検討課題として残されている。

## 6. 餌料培養

### (1) 餌料藻の特徴

餌料藻種の特徴を表3に示した。*Pavlova lutheri*, *Isochrysis sp.*, *Pavlova sp.* は幼生期から生産終了時まで使用できる。*Pavlova lutheri* の培養適水温は20°C付近であり夏季に培養不調例(枯死, 変色)が多い。*Isochrysis sp.* は25°Cまで水温の上昇にともなって生育速度定

数が高くなり(増殖が速くなる)25°C付近が培養適水温である(図20)。*Pavlova sp.* は30°Cまで生育速度定数が高くなり、培養が可能であるので、飼育水温の高いハマグリに適しているものと考えられる。*Chaetoceros gracilis* は20年ほど前にはハマグリで幼生飼育から稚貝飼育まで使用していたが、培養条件の変化によるものかそのほかに原因があるものなのかは不明であるが、刺毛が長くなり幼生が摂餌し難く幼生飼育には適さなくなっている。しかし、稚貝期(1.5mm程度)からは使用できる。

### (2) 培養

試験管保存, 2 l, 15 l, 50 l, 1,000 lの順に培養規模を拡大していく。規模が小さいほど無菌に近くしている。滅菌海水に栄養塩(表4)を加え通気培養する。また、試験管, 培養容器, 通気管, ピペット類は乾熱滅

表3 餌料藻種の特徴

藻種	大きさ	培養規模	藻濃度	屋外培養の可否
<i>Pavlova lutheri</i>	3～5 μm	～ 500 ℓ	～10×10 <sup>6</sup> cells/ml	不可
<i>Isochrysis sp.</i>	6～9	～ 50	10	不可
<i>Pavlova sp.</i>	7～10	～ 50	15	不可
<i>Chaetoceros gracilis</i>	3～6	～1,000	4	可

表4 栄養塩組成

試験管保存から50 ℓ 規模まで*			1 m <sup>3</sup> 規模	
試薬（特級）	量	蒸留水と合計	栄養塩類名	培養海水 1 m <sup>3</sup> 当り量
NaNO <sub>3</sub>	2,000g	+ D.W = 10 ℓ	農業用硫酸	200g
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	250g	+ D.W = 10 ℓ	過磷酸石灰	20g
クレワット32	500g	+ D.W = 10 ℓ	クレワット32	10g
ビタミン B 1	2 g		珪酸ソーダ	50g
B12	40mg	+ D.W = 5 ℓ		
H	20mg			
珪酸ソーダ	250g			

\*：50 ℓ 規模までは、ビタミンは1万倍溶液、その他は1,000倍溶液として遮光保存する。珪酸ソーダは *Chaetoceros gracilis* のみに添加する。

表5 塩酸と蒸留水の添加量

規模	塩酸量	蒸留水量
～10 ℓ	0.5～1.0ml	2 ℓ
15 ℓ（ヤカン保存）	1.2～1.5ml	2 ℓ

菌する。50 ℓ 容器1,000 ℓ 容器は塩素処理後、洗浄する。

50 ℓ 規模培養を幼生期の餌料、1,000 ℓ 規模を稚貝期の餌料として想定している。幼生期には変色や藻フロック（藻の塊）の無い良い餌を給餌するように心がける。また、変色した物については塩素処理をする等ほかの培養器への細菌汚染防止策を施した後、速やかに廃棄する。

餌料の培養では、接種後、餌として使用できるまで10日から2週間要するので、餌料の使用量（貝の生産状況、成長状態）を考慮して順に培養数量を増やしていくことが重要である。

#### 1) 藻保存と2 ℓ 培養

加熱滅菌海水に栄養塩類と蒸留水（通気と蒸発に塩分の高濃度化防止）と塩酸（pH調整、表5）を加えた後、煮沸直前まで加熱し放冷後、使用する。

試験管による藻の保存は10℃前後で数カ月可能であるが、頻繁に更新したほうが良い。

試験管から2 ℓ 容器へ接種後15 ℓ 容器用の種株とするまで1～2週間必要である。また、2 ℓ 容器の培養では連続培養（使用分の栄養塩海水を追加する）を行っている。15 ℓ 容器への接種は500ml～1 ℓ 程度行う。

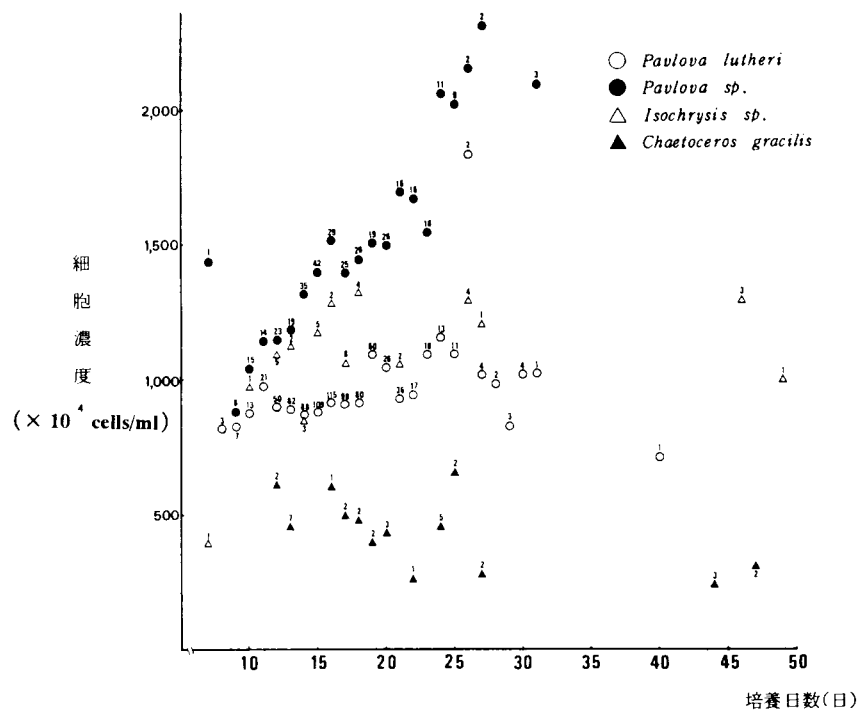
#### 2) 15 ℓ 培養

2 ℓ 容器の培養と基本は同じで、加熱に熱帯魚用のヒーターを用いている。加熱後下口から培養液を抜きこの部分を加熱滅菌する。15 ℓ 瓶の培養は1回の使い切り方式である。通常接種後数日から種株として使用できるが、藻濃度が低いと50 ℓ 容器での培養期間が長くなる。また、培養期間が長くなると雑藻類が混入しやすくなるようである。50 ℓ 容器への接種は500ml行う。

#### 3) 50 ℓ、1,000 ℓ 培養

加熱滅菌海水を使用する。蒸留水と塩酸は加えない。*Pavlova lutheri* や *Isochrysis sp.* は50 ℓ 容器で7日～10日で1,000万細胞/mlに達し、餌料として使用できる（図21）。

*Chaetoceros gracilis* は同じ培養日数で、50万細胞/ml程度である。*Pavlova sp.* では他の藻種と比べて50 ℓ 容器で連続培養し易い。*Chaetoceros gracilis* のナトリウム灯下での1,000 ℓ 培養では種株に50 ℓ の培養株を用いて7日～10日の培養で数百万細胞/mlとなり餌料とし



図中の各数字は事例数を示す。

図21 培養日数別細胞濃度 (高島ら, 1993)

て使用できる。*Isochrysis sp.* の1,000 ℓ 規模培養は50 ℓ 規模同様化学試薬を用いることで培養が可能である (栽培協会の技術開発)。*Pavlova lutheri* の1,000 ℓ 規模培養は今後の課題である。

培養水温, 照度 (蛍光灯, ナトリウム灯の劣化), 原海水の栄養塩, 通気量など培養条件は施設によって異なるので上記の結果すべてが各施設に適合するわけではない。

## 7. 参考文献

茨城県水産試験場で種苗生産試験研究を行った報告書を以下に示した。これらのほか各年度事業報告を参照されたい。また, ホッキガイについては地域特産種増殖技術開発事業報告書 (各年度報告書), 地域特産種量産放流技術開発事業報告書 (各年度報告書) がある。微小藻類の大量培養については, 平成3~5年度特定研究開発促進事業中間報告書「微小藻類の大量培養技術開発」や平成3~7年特定研究開発促進事業総括報告書「微小藻類の大量培養技術開発研究」がある。製本された参考書として, 藻類実験法 (田宮博・渡辺篤編集・共立出版), 浅海完全養殖 (今井丈夫監修・恒星社厚生閣), ウバガイ (ホッキガイ) の生態と資源 (佐々木浩一・日本水産資源保護協会), 二枚貝の繁殖生理 (森勝義・栽培漁業技術研修事業基礎理論コースⅣ) などがある。上記のほか二枚貝種苗生産を行う上での参考文献も合わせて列挙

した。

- 1) 茨城県 (1991~1995) : 平成3~7年度特定研究開発促進事業「微小藻類の大量培養技術開発研究二枚貝餌料利用技術開発研究」(各年度報告)。
- 2) 茨城県 (1993) : 平成3~5年度特定研究開発促進事業中間報告書「微小藻類の大量培養技術開発研究二枚貝餌料利用技術開発研究」。
- 3) 茨城県 (1996) : 平成3~7年特定研究開発促進事業総括報告書「微小藻類の大量培養技術開発研究二枚貝餌料利用技術開発研究」。
- 4) 茨城県 (1988~1990) : 昭和62~平成2年度水産業特定研究開発促進事業「二枚貝餌料開発研究報告書」(各年度報告書)。
- 5) 茨城県 (1989~1992) : 平成元~4年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (〃)。
- 6) 茨城県 (1993~1995) : 平成5~7年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書 (〃)。
- 7) 茨城県 (1980~1981) : 昭和55~56年種苗量産放流技術開発事業報告書—スズキ, チョウセンハマグリ, アワビ—。
- 8) 茨城県 (1979) : 昭和54年度指定調査研究総合助成事業「チョウセンハマグリ種苗生産試験結果報告書」(昭和52年~54年度)。
- 9) 原田和民・藤本武・木梨清 (1953) : 鹿島灘有用貝

- 類の増殖に関する基礎研究－Ⅱチョウセンハマグリ  
の産卵期について. 昭和28年茨城試報.
- 10) 真岡東雄 (1967) : チョウセンハマグリ  
の幼生飼育茨城水試昭和42年度試験報告.
- 11) 田中弥太郎 (1967) : チョウセンハマグリ  
の発生におよぼす環境要因の影響に関する研究－Ⅱ. 茨城水試  
昭和42年度試験報告.
- 12) 児玉正碩・市毛清記 (1977) : チョウセンハマグリ  
の初期稚貝の飼育について. 茨城水試研報, 21.
- 13) 児玉正碩・市毛清記 (1980) : チョウセンハマグリ  
の種苗生産研究－Ⅱ浮遊幼生および稚貝の飼育適正水温  
について. 茨城水試研報, 23.
- 14) 児玉正碩・市毛清記 (1981) : チョウセンハマグリ  
の種苗生産研究－Ⅲ稚貝期における適正投餌量につ  
いて. 茨城水試創立80周年記念誌.
- 15) 高島葉二・小沼洋司 (1981) : チョウセンハマグリ  
の産卵期について－精巢の季節的变化－. 茨城水試創  
立80周年記念誌.
- 16) 高島葉二・児玉正碩 (1992) : 異なる餌料藻種・餌  
料濃度による二枚貝の飼育試験と濾水量の変動. 茨城  
水試研報, 30.
- 17) 高島葉二・児玉正碩・柳田洋一・川野辺誠 (1993) :  
微小藻種5種の培養試験と二枚貝に対する餌料価値.  
茨城水試研報, 31.
- 18) 高島葉二・児玉正碩 (1992) : 流水連続給餌による  
二枚貝の種苗生産. 茨城水試研報, 30.
- 19) 児玉正碩・薮伸 (1983) : ホッキガイの種苗生産  
について. 昭和58年東北ブロック増養殖研究連絡会議  
報告書.
- 20) 児玉正碩 (1980) : チョウセンハマグリ  
の種苗生産研究. *Ocean Age*, 12(7).
- 21) 浜田サツ子・真岡東雄・児玉正碩・福田英雄  
(1973) : チョウセンハマグリ  
の産卵期について. 別  
枠研究「浅海域における増養殖漁場の開発に関する総  
合研究」東北区水産研究所.
- 22) C.E.Epifanio (1979): Growth in bivalve mol-  
luscs: Nutritional effects of two or more species of  
algae in diets fed to the American Oyster *Crassos-  
trea virginica* (Gmelin) and the Hard clam *Merce-  
naria mercenaria* (L.). *Aquaculture*, **18**, 1-12.
- 23) 千葉健治, 大島泰雄 (1957) : アサリを主とする海  
産二枚貝の濾水・摂餌に及ぼす濁りの影響. *Nippon  
Suisan Gakkaishi*, **23**, 348-353.
- 24) 深山義文, 鳥羽光晴 (1990) : アサリ種苗生産試験  
－Ⅲアサリ浮遊幼生に対する8種の微小藻の餌料価  
値. 千葉水試研報, **48**, 93-96.
- 25) 藤原正夢 (1986) : トリガイおよびアカガイ稚貝の  
濾過水量に及ぼす水温の影響について. 京都府海洋セ  
ンター研報, **10**, 19-24.
- 26) 藤原正夢, 岩尾敦志, 西広富夫 (1990) : トリガイ  
種苗生産における適正投餌量の検討. 京都海洋セン  
ター研報, **13**, 11-16.
- 27) 藤井武人 (1974) : チョウセンハマグリ成貝の室内  
飼育における問題点について. 東北水研報, **33**, 95-  
99.
- 28) G.H. Wikfors, J.W.Twarog, Jr and R.Ukeles  
(1984): Influence of chemical composition of algal  
food sources on growth of juvenile Oysters, *Cras-  
sostrea virginica*. *Biol.Bull.*, **167**, 251-263.
- 29) 本城凡夫 (1989) : アレロパシーによる制御 (海洋)  
「農業環境を構成する生物群の相互作用とその利用技  
術」(農林水産省農業環境技術研究所編), 養賢堂, 東  
京, 1989, pp. 35-48.
- 30) 堀田正勝 (1976) : アカガイ *Scapharca broughtoni*  
(Schrenck) の種苗生産に関する研究－Ⅰ幼生の水  
槽飼育について. 広島水試研報, **6・7**, 53-73.
- 31) 岩崎英雄, 田中俊輔, 藤山虎也 (1971) : 貝類幼生  
の餌料としての *Rhodomonas ovalis* Nygaard につ  
いて. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **37**, 1044-1048.
- 32) I. Laing and P.F. Millican (1986): Relative  
growth and growth efficiency of *Ostrea edulis* L.  
spat fed various algal diets. *Aquaculture*, **54**, 245-  
262.
- 33) I. Laing and C.G. Verdugo (1991): Nutritional  
value of spray-dried *Tetraselmis suecica* for juve-  
nile bivalves. *Aquaculture*, **92**, 207-218.
- 34) 熊丸敦郎, 赤野誠之, 外岡健夫, 高野誠, 市毛清記,  
矢口正直 (1984) : ティラピア・ニロチカによる自家  
汚染防止技術開発試験. 昭和58年度赤潮対策技術開発  
試験報告書. 茨城県内水面水試, 1-53.
- 35) 楠木豊 (1977) : マガキの濾過水量の測定法につ  
いて. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **43**, 1069-1076.
- 36) 勅三重県水産振興事業団 (1987) : *Tetraselmis* の  
餌料効果. 昭和61年度三重県栽培漁業センター事業報  
告書, 55-63.
- 37) M.M. Helm and I. Laing (1987): Preliminary ob-  
servations on the nutritional value of 'Tahiti Iso-  
chrysis' to bivalve larvae. *Aquaculture*, **62**, 281-  
288.
- 38) 岡内正典ほか (1990) : 異なる増殖相におけるナン  
ノクロロプシ *Nannochloropsis oculata* の栄養価の相  
違. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1293-1298.
- 39) 代田昭彦 (1975) : 水産餌料生物学. 恒星社厚生閣,  
東京, 1975, pp. 382-383.
- 40) 滝沢悦子 (1993) : 微細藻類の培養温度に伴う脂質  
変化. 平成5年度日本水産学会春期大会.

- 41) 田中健二, 鯉江秀亮, 山田智 (1991) : ミルクイガイの濾過水量について. 栽培技研, 20, 9-15.
- 42) 田中弥太郎 (1982) : 二枚貝類幼生餌料としての耐高温性珪藻 *Chaetoceros ceratosporum* Ostenfeld の有用性について. 養殖研報, 3, 31-36.
- 43) 天神僚 (1978) : ホッキガイ人工採苗研究 - II 稚貝の濾水速度. 福島水試研報, 5, 83-84.
- 44) 天神僚 (1978) : ホッキガイ人工採苗研究 - I 餌料濃度が稚貝の摂餌に与える影響. 福島水試研報, 5, 81-82.
- 45) 鳥羽光晴, 深山義文 (1993) : 異なる量のパプロバ・ルテリを給餌したアサリ稚貝の総成長効率. 千葉水試研報, 51, 29-36.
- 46) 和田克彦 (1973) : 三種の微細藻類を与えたアコヤガイ幼生の生長. 国立真珠研報, 17, 2075-2083.
- 47) 渡辺競, 佐藤孝三 (1967) : 餌料生物大量培養技術研究. 昭和42年度指定試験研究事業報告書, 宮城県水産試験場.