

0  
6  
V  
ARY

国際協力事業団

21573

JICA LIBRARY



1085203(6)

監 修

加福竹一郎  
(株)国際水産技術開発顧問

著 者

池ノ上 宏  
(株)国際水産技術開発

石川 淳司  
(株)国際水産技術開発、JOCV・マレーシアOB)

## はじめに

昭和42年3月、初めての養殖隊員がラオスに派遣されて以来、昭和62年末で118名の養殖隊員が派遣され、現在も11カ国で23名の隊員がさまざまな協力活動を繰り広げている。

協力隊事業の20余年に渡る個々の協力活動の蓄積された情報の有効活用及び、各々の要請に対して各隊員が効率的に技術移転を遂行するためのマニュアル的資料の整備は、これからの事業のより一層の発展のためには、養殖分野に限らず全ての職種に共通する課題であろう。

従来、隊員支援という場合、機材の供与・生活環境の整備等に重点が置かれていた感は否めないが、今後は技術的な面での隊員支援もますます重要となってきた。

今般、技術専門委員の加福竹一郎先生他の御尽力により作成された「エビ養殖技術の手引き」は、この技術面での支援の一環であり、今後養殖分野で数種類続編が刊行される予定である。

本稿が隊員諸氏の協力活動の一助となれば幸いである。又、本編のより一層の充実のため、個々の協力現場からの率直な批評も戴きたい。

最後に、執筆いただいた加福先生、池ノ上、石川両氏に深く謝意を表するものである。

青年海外協力隊事務局長  
中 村 武

## 目 次

1. I	世界に於けるエビ漁獲量と養殖生産量	1
2. II	世界に於けるエビ養殖の現状	1
3. III	開発途上国におけるエビ養殖とインフラストラクチャー	4
4. IV	クルマエビの養殖技術	5
5. IV-1	クルマエビの種苗生産技術	5
6. IV-2	クルマエビ種苗の中間育成および養成	14
7. V	ウシエビの養殖	19
8. V-1	ウシエビの人工種苗生産	22
9. V-2	ウシエビ種苗の中間育成および養成	29
10. VI	オニテナガエビの養殖技術	33
11. VI-1	オニテナガエビの種苗生産	33
12. VI-2	オニテナガエビの養成	40
13. VII	エビ養殖の適地	42
14. VIII	エビ養殖に必要な施設、資機材	44
15.	参考文献	50

## I 世界に於けるエビ漁獲量と養殖生産量

世界に於けるエビ類の漁獲量は1960年代中頃から増加し、1972年には120万tに、1981年には170万tに達した。暖水性エビ類の漁獲量が全体の80%以上を占め、冷水性エビを圧倒的に上回っている。漁獲量を開発途上国と先進国のべつで見ると、途上国が70%近くを占めている。1981年度のエビ漁獲主要10ヶ国は、中国、インド、アメリカ、インドネシア、タイ、マレーシア、ブラジル、メキシコ、日本となっており、7ヶ国がインド・太平洋諸国である。

日本のエビ類国内漁獲量は、1984年に6万2千tであり、輸入量が17万7千tに達したので、1人当たりのエビ消費量は2.0kg/年となっている。

エビ養殖生産量は世界で10万tに達していると言われている。特に台湾におけるウシエビの集約的養殖の生産増は著しく、1986年には2万5千tになると言われている。インド、インドネシア、中国、エクアドルに於ける粗放的養殖による生産も1~2万tに達する。フィリピン、タイなどでも養殖生産は急増すると考えられる。日本のクルマエビ養殖生産量は1985年で約3千tと推定される。

養殖エビは大型、高品質のクルマエビ科のエビなので量的にはエビ類全生産量の6%程度に過ぎないが、金額的にはもっと大きな比率を占める。エビ類は高価な水産物であり、外貨事情の悪い途上国にとっては貴重な輸出品である。世界各地でエビ漁場が開発しつくされ、一部では乱獲による資源の減少が明らかになっていることから、各国とも競ってエビ養殖プロジェクトを計画あるいは実施しており、今後エビの養殖生産量は量的にも金額的にもかなり増加すると予想される。

## II 世界に於けるエビ養殖の現状

エビ養殖は熱帯及び亜熱帯地域において行なわれている。したがって暖水性の種類のみが養殖対象となっており、冷水性の種類については小規模な試験が行なわれているに過ぎない。現在、商業的規模で養殖が行なわれているエビを表一に示した。

このほか、養殖の主対象種ではないが、養殖池における副産物として生産されているエビとして、*Metapenaeus affinis* (Jinga shrimp)、*M. brevicornis*

表-1 商業的規模で養殖されているエビ

種類	和名	英名 (FAO名)	地域 (国名)
<i>Penaeus chinensis</i>	コウライエビ	Fleshy prawn	中国
<i>P. indicus</i>	インドエビ	Indian white prawn	インド
<i>P. japonicus</i>	クルマエビ	Kruma prawn	日本、台湾
<i>P. merguensis</i>	テンジククルマエビ	Banana prawn	タイ、インド
<i>P. monodon</i>	ウシエビ	Giant tiger prawn Black tiger prawn	台湾、インドネシア、 タイ、フィリピン
<i>P. stylirostris</i>	—	Blue shrimp	エクアドル、ペルー
<i>P. vannamei</i>	—	White leg shrimp	エクアドル、ペルー
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	オニテナガエビ	Giant river prawn	タイ、マレーシア、 ビルマ

(Yellow shrimp)、*M. joyneri* (Shiba shrimp)、*M. monoceros* (Speckled shrimp) などがある。

インド洋産の *Penaeus semisulcatus* (クマエビ、Green tiger prawn)、*P. latisulcatus* (フトミゾエビ、Western King prawn)、地中海産の *P. Kerathurus* (Caramote prawn)、メキシコ湾産の *P. duorarum* (Nothern Pink shrimp) などは種苗生産技術、養成技術などの一部がすでに確立しているが、商業的養殖が行なわれるにはいたっていない。

エビ養殖技術は表-2に示したように粗放的、半集約的、集約的養殖の3つに大別出来る。

粗放的養殖は、低緯度地帯で広く行なわれており、主として次のような形態がある。

- ① ミルクフィッシュ養成池の副産物としてエビを生産する。(インドネシア、フィリピン)
- ② 塩田利用のエビ養殖。(タイ)
- ③ 水田利用のエビ養殖。(インド)
- ④ エビ養殖用に造成した養殖池による養殖。(エクアドル、ペルー、中国、インド、マレーシア、タイ、フィリピン)



表一 2 エビ養殖技術の分類

分類	種 苗	投 餌	換水率・水質管理	生産量
粗放的養殖	養殖地に自然に侵入する。	な し	主として止水。干満差、ポンプ等を利用して換水することはあるが、換水率はきわめて悪い。	50~500 kg/ha/年
半集約的養殖	天然、人工種苗を放養する。	天然餌料。補助的に投餌。	干満差による換水、補助的にポンプ等を利用する。	500~4,000 kg/ha/年
集約的養殖	人工種苗を計画的に放養する。	主として配合餌料。	干満差、ポンプによる積極的な換水。水車による酸素補給。	4,000~20,000 kg/ha/年

半集約的養殖は、最近、フィリピン、タイ、マレーシアでのウシエビ、テンジククルマエビ養殖、エクアドルの *Penaeus stylirostris*、*P. vannamei* 養殖などで急速に普及しつつあり、天然種苗の供給だけでは種苗が不足するため、人工種苗生産が不可欠となっている。また投餌量も増加しているので良質の配合餌料の開発が急務となっている。集約的養殖は、台湾のウシエビ、クルマエビ養殖、及び日本のクルマエビ養殖でのみ採用されている。

種苗はエビ養殖の普及に伴って天然種苗の供給が不足してきているため世界各地で多くの種について人工種苗生産技術が開発されている。日本のクルマエビ養殖、台湾のウシエビ、クルマエビ養殖などの集約的養殖の種苗はすべて人工種苗でまかなわれている。フィリピン、インドネシア、タイ、マレーシアなどではウシエビ、エクアドルでは *Penaeus vannamei* の人工種苗生産が急速に増加している、タイではテンジククルマエビの人工種苗生産も増加している。

人工種苗生産技術は、卵を水中に放出するクルマエビ類の生産技術と、卵を雌が腹部に抱卵するオニテナガエビ等（抱卵型）の生産技術に2大別することができる。クルマエビ類の生産技術においては、放卵後稚エビを生産する技術については、初期餌料を現地でどのように確保するかで、場所によって相違はあるが、基本的には日本のクルマエビについて開発された生産技術を応用できる。しかし、親エビを確保し、放卵させるまでの過程については、クルマエビ、テンジククルマエビなどのように、天然親エビが容易に得られる種類と、ウシエビや *P. van-*

nameiなどのように天然親エビが大量に入手しがたい種類では異なる。

### III 開発途上国におけるエビ養殖とインフラストラクチャー

途上国においてエビ養殖は、強い需要を持った国際商品であるエビを生産して外貨を獲得する、雇用機会を創出して過剰労働力を吸収するなどの経済的目標を達成するために取り上げられる。したがって、エビ養殖が技術的に成立しなければならぬのはもちろんのことであるが、その技術が経済的に存続しうるものであるかということのエビ養殖を支える様々な基盤（インフラストラクチャー）を考慮したうえでチェックすることが重要である。

たとえば近年、沖縄におけるクルマエビの生産量があがってきているが、これは単に沖縄でクルマエビ養殖が技術的（生物学的な条件もふくめて）に可能だと言うことのみによるのではなく、沖縄の整備された舗装道路網、故障の少ない電気、水道などの公共サービス、電話、ファックスなどの整備された通信網、東京、大阪などの大消費地へ沖縄から一日に何便も飛ぶ航空路線の充実、効率の良いアフターサービスを伴った建設業、機械製造業、運輸業の存在、中等、高等教育を受けた優秀な労働力と投資意欲にあふれた企業家の存在、公的、私的な金融サービスの充実などエビ養殖の発展を保障するハード、ソフト両面でのインフラストラクチャーが整備されているためである。

開発途上国にエビ養殖技術を導入しようとするとき、技術を支えるべきインフラストラクチャーの状態はどうなっているのだろうか。おそらく舗装がなく、雨期にはしばしば通行不能となる道路、頻発する停電、上水道、通信網の未整備、長時間かかる集荷地、消費地への輸送、未熟で非効率的な建設業、機械製造業、運輸業、低い労働力の質、新分野への投資意欲をかく企業家、金融サービスの欠如など、沖縄とは正反対の諸条件に囲まれていることに気がつくだろう。このようなところに、沖縄で良い成績をあげているとって同じような集約的なエビ養殖技術を導入しても、うまくいくはずがない。

したがって、インフラストラクチャーの発達程度において粗放的な養殖技術をとるか、集約的な技術をとるかという選択自体が、エビ養殖プロジェクトのもっとも重要な部分を構成していることを知らなければならない。おそらく、ほとん

どすべての開発途上国には、集約的養殖技術を導入出来る基盤は存在していないであろう。日本の集約的なクルマエビ養殖技術などは、途上国へもち込んだらそのままではほとんど使えないはずである。多くの場合、粗放的な養殖体系の中で、自然の生産力を最大限にいかして、可能なかぎり高い生産をあげることが、途上国でのエビ養殖技術の焦点になる。たとえば、害魚の食害によるエビの消費を防ぐための害魚駆除の技術、干満差による水交換の効率を上げるような水門造成技術などが重要になってくる。粗放的なエビ養殖の歴史の長いところでは、粗放的なりに伝統的養殖技術が集積されている。マングローブ林を切り開いて造成した池では、造成したばかりの時はマングローブの切株から溶出するタンニンや酸性土壌のためエビ生産性がきわめて低かったものが、長い年月をかけて洗い流し、pHの調整をやって徐々に生産性をあげてきている池が多い。このような養殖池はたとえ粗放的なものであっても簡単に“改良”されるべきものではなく、むしろそこから学び取るという態度が重要である。

#### IV クルマエビの養殖技術

日本でクルマエビの商業的養殖が始まったのは1963年であったが、当時はまだ生産が安定せず、養殖場にとって苦難の時代が続いた。クルマエビの栄養要求が詳しく解明されたことによって優秀な配合飼料が開発され、安定した生産を上げられるようになったのは1970年代半ばからである。現在は種苗生産技術、配合飼料、疾病の防除、施設の構造などクルマエビ養殖はかなり完成度の高い技術体系となっているが、これらの技術は生きクルマエビが異常な高値で取り引きされるという日本の市場の特異性を前提にしており途上国への技術移転を考える場合には注意を要する。

##### 1. クルマエビの種苗生産技術

###### (1) 親エビ

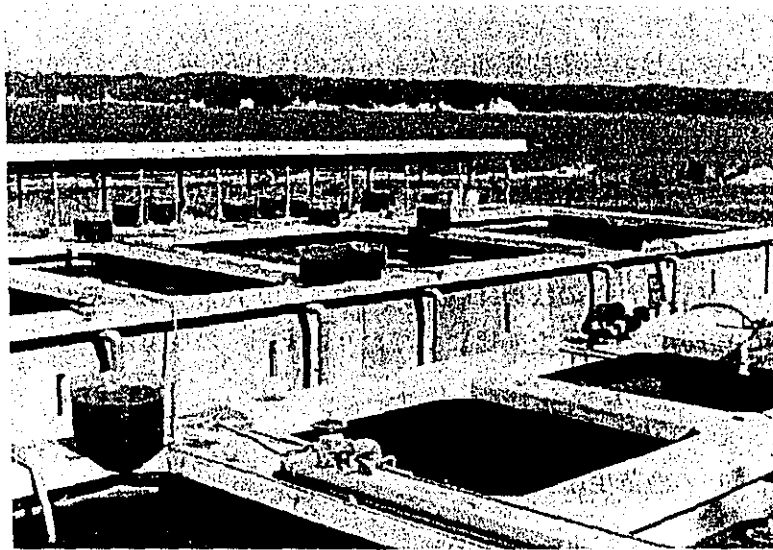
クルマエビ人工種苗生産用の親エビは、日本では成熟した雌エビが、春から秋

にかけての産卵期に底曳網で比較的容易に漁獲されるため、全面的に天然物に頼っている。天然クルマエビの水揚げ地で、体重が80～100gで卵巣が太く、濃く、輪郭明瞭で暗緑色になっている完熟個体で元気の良いエビを選ぶ。親エビは、よく乾燥し、冷やした杉のオガクズと共に段ボール箱にきつく詰め、ガムテープでシールして運搬する。輸送時間の短い場合は、活魚槽に海水と共に収容して、通気しながら輸送したほうが良い。

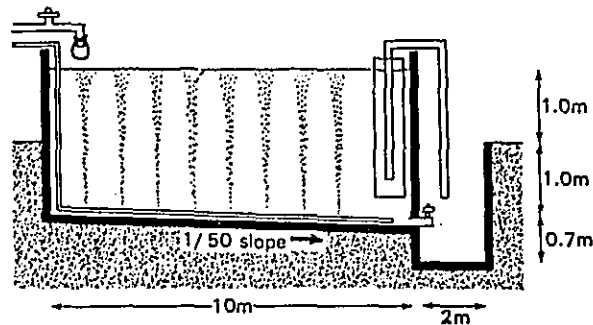
人工的な条件のもとで雌エビを完熟させるのは、温度と光周期の調節、栄養的手法、眼柄切除などの方法で試験的あるいは小規模に成功しているが、まだ実用的には行なわれていない。

## (2) 稚エビ飼育タンクと親エビ収容数。

稚エビ飼育タンクは50～100 m<sup>3</sup>程度の容積で深さ2mのコンクリート・タンクが良い。形は正方形あるいは長方形である。清浄な海水と空気の供給が必要である。飼育タンクの例を図一1、図一2に示した。



図一1 クルマエビ人工種苗生産タンクの例一1



図一 2 クルマエビ人工種苗生産タンクの例一 2

親エビを収容する直前に新鮮な海水を飼育タンクに注水し、水深を 100 cm 程度にしておく。海水は砂、木炭などで濾過したものを使用した方が水質が安定してよい。100 m<sup>2</sup>のタンクなら 20~50 尾の親エビを収容する。プランクトンの増殖が早くて、水の透明度の低下が早い場合は、産卵後の親エビの取り上げを容易にするために、タンク内にネットをはってネット内で産卵させてもよい。水温は 26~28℃が最適であり、20℃以下では産卵、孵化がうまくいかないで水温が低すぎる場合にはヒーターを設置したりタンクを温室内に設置する必要がある。

完熟したエビはほとんどタンクに収容した晩に産卵し、一部はその翌晩に産卵する。二晩経過しても産卵しないものはもう産卵の可能性はないので、親エビはすべて取り上げる。

卵は直径 0.26~0.28 mm で比重はわずかに海水より重い。正常な産卵なら一尾当たり 50 万~70 万粒を産卵する。

### (3) 孵化からポストラーバまでの飼育

クルマエビ種苗の成育にとって最適な水質は水温 26~28℃、塩分量 33~35 ppt、pH 7.0~8.0 である。最適条件のもとで卵は産卵後 14 時間で孵化しノープリウス幼生となる。ノープリウス幼生は 36 時間に 6 回の脱皮をして(脱皮ごとの生長段階を N-I ~ N-VI と表わす。)ゾエア(プロトゾエアとも呼ぶ。)幼生に変態す

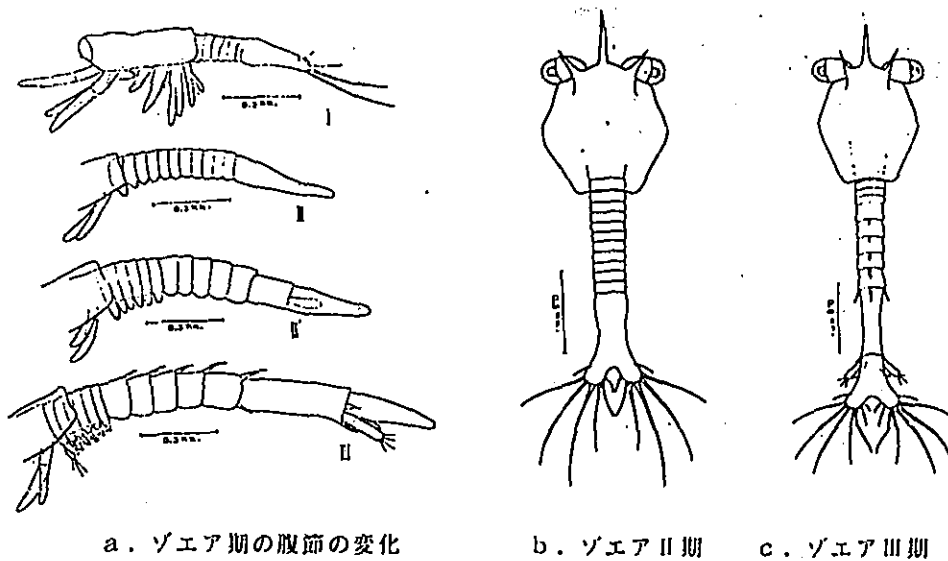
る。ゾエア幼生 (Z I ~ Z III) は 5 日間で 3 回の脱皮をしてミシス幼生 (M I ~ M III) になる。ミシス幼生は 5 日間で 3 回の脱皮をしてポストラーバに変態する。各生長段階の幼生サイズを表-3 に示す。

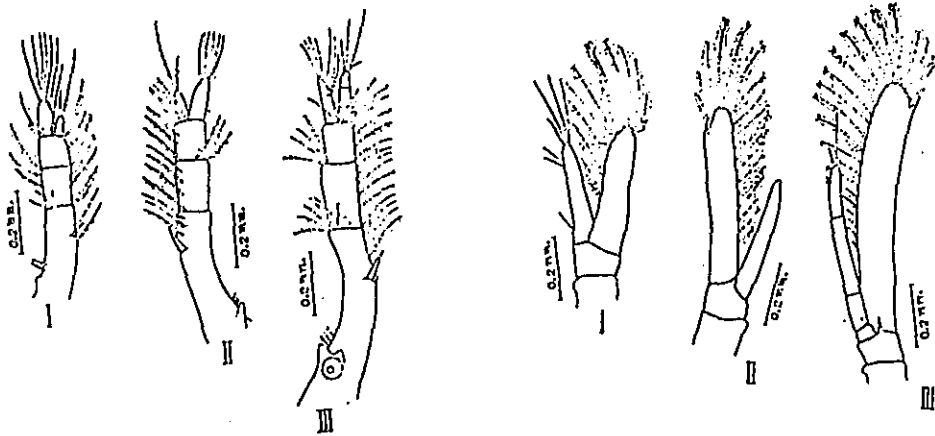
表-3 クルマエビ幼生の体長変化 (FUDINAGA)

ステージ	体長(mm)	ステージ	体長(mm)	ステージ	体長(mm)
N I	0.30-0.34	Z I	0.87-1.32	P 1	4.79- 5.00
II	0.33-0.35	II	1.33-2.13	5	6.67- 7.50
III	0.35-0.38	III	2.14-2.59	10	9.40-12.31
IV	0.38-0.42	M I	2.67-3.10	15	15.12-23.00
V	0.42-0.45	II	2.99-3.64	20	28.51-38.12
VI	0.48-0.51	III	3.79-4.52		

ノープリウス、ゾエア、ミシス、ポストラーバの各期はサイズや泳ぎ型などから肉眼で容易に判別できるが各期内で脱皮毎の形態の変化は解剖顕微鏡や万能投影器を使って識別する。この識別は種苗生産を行なう上で非常に重要であるので習熟する必要がある。

図-3 にゾエア、ミシスの各期における形態的变化を示す。





d. ミシス期の第一触角の変化

e. ミシス期の第二触角の変化

図-3 ゾエア、ミシス各期における形態的变化

ノープリウスは卵黄を吸収しながら成長するので投餌は必要ない。ゾエアになると活発に摂餌を開始する。種苗生産期間中の投餌スケジュールはかなり標準化されており、表-4に示したようなものである。

表-4 クルマエビ種苗生産の基準的投餌量

ステージ	珪藻	ワムシ	アルテミア ノープリウス	配合餌量 (100万尾当量)	
				サイズ	1日の投餌量
Z I~III	○			# 120 以下	5g×0~4回
M I		○		"	10g×0~4回
M II~III		○		"	15~20g×3~4回
P 1~5			○	# 100 以下	25~55g×3~4回
P 6~14				# 100~70	60~140g×4~6回
P 15~20				# 70~40	150~250g×4~6回

ゾエアにとってもっとも効果的な餌である珪藻類は、ノープリウスの時に飼育水中に栄養分を加えて、ゾエアが出現するまでに十分な量を発生させておかなければ

ればならない。珪藻類としてはSkeletonemaやChaetocerosのように殻の薄い浮遊性のものがよい。珪藻の濃度は2,000~10,000 cells/m<sup>3</sup>程度が望ましい。この濃度では、飼育水は濃い茶褐色を呈し、ゾエアは活発に珪藻を食べて、長い糞を引きずりながら遊泳する。ミシスの期間中も濃密な珪藻濃度を維持した方がよい。養殖場の立地により、周辺の自然海水に含まれる栄養塩の濃度が違うので、養殖場ごとに適当な施肥量を決めなければならない。珪藻の発生を促すための栄養塩を処方例を表-5に示す。

表-5 クルマエビ種苗生産中の施肥量

肥 料	濃 度
硝酸カリ (KNO <sub>3</sub> )	1~3 ppm
第二磷酸ナトリウム (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12 H <sub>2</sub> O)	0.1~0.3 ppm
水ガラス (Na <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub> )	0.05~0.15 ppm
クレワット 32	0.1~0.3 ppm

珪藻の培養は、親エビ到着の5~7日前に着手する。まず、培養のための滅菌海水を作る。海水を適当な大きさのコンクリートタンクまたはパンライト水槽に貯え、10%の次亜鉛素酸ソーダを150 ppm入れ、1~2分通気した後、一晩放置し滅菌する。次いでチオ硫酸ソーダ(ハイポ)を30 ppm入れ、半日通気しながら次亜鉛素酸ソーダを中和する。完全に中和したかどうかを見るために、その海水をビーカーに取り、ヨウ化カリウムを2~3粒入れて透明であれば中和されている。次の下記の栄養塩(特級が望ましい)を添加する。

滅菌海水1 tに対して

KNO <sub>3</sub>	300 g
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	30 g
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	15 g
L-Cystine	1 g
クレワット 32	30 g
ビタミンB <sub>12</sub>	0.015 mg

こうして明るい部屋に準備した培養液に、あらかじめ用意したもとだねを入れ通気する。照度と温度が適当であれば、翌々日ぐらいには繁殖した珪藻で茶褐色



を呈する。もとだねの培養には次のような培養液を用いればよい。もとだねはフラスコに培養液と共に入れ軽く通気をし、これを照明をつけた棚において培養する。

KNO <sub>3</sub>	0.4 g
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	0.04 g
K <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub>	0.02 g
FeSO <sub>4</sub>	0.004 g
海水	1,000 ml

ワムシ(シオミズツボワムシ、*Brachionus plicatilis*)はミシスからポストレーバの初期にかけて有効な餌なので、別の容器で培養して投与する。ワムシの培養には、その餌となるクロレラを培養しなければならない。クロレラを培養するには濾過、滅菌した海水を屋外水槽に貯え、次の栄養塩を添加し、海産クロレラのもとだねを入れて通気する。

濾過海水 1 t に対して	硫酸	100 g
	尿素	5 g
	過磷酸石灰	15 g
	クレワット 32	1 g

海産クロレラのもとだねは珪藻のもとだねと同様の方法で保存する。培養液としては次のようなものを使うと良い。

NONO <sub>3</sub>	10 mg
NaHPO <sub>4</sub>	2 mg
土壌抽出液	5 mg
海水	1000 ml

土壌抽出液：土壌 1 kg に対して純水 1000 ml を加え、これを 60 分間煮沸し 2 日間暗所に放置、濾過する。濾液 600 ml に純水 400 ml を加えて使用する。

ワムシを培養するには、水槽に 1,000~2,000 万 cells/ml のクロレラ液を入れ、これにワムシのもとだねを 30~50 個体/ml の濃度で収容する。2 日後にワムシの濃度が 100~200 個体/ml になったら全体の 15~30% を 70 μ のネットで濾別し洗

浄後投与する。その後、前述の温度のクロレラ液を間引きした分だけ加える。クロレラの量が不十分な場合にワムシ 100 万個当たり午前と午後にそれぞれ 0.5 g のパン酵母を与える。

アルテミアのノープリウスは高価なので投与はなるべく短期間にとどめる努力をし、通常 P 1～P 5 の期間のみに投与する。しかし、他に適当な餌料がない場合にはゾエアの後期から使用することが出来る。アルテミアの卵殻によるエビ飼育水の汚濁を少なくするため、卵殻とノープリウスは出来るだけ丁寧に分離し、ノープリウスだけを投与するようにする。その為には底がロート状になった容器で、ノープリウスのすう光性を利用して分離すると良い。アルテミアの消費量はエビ種苗 200 万尾を生産するのに約 3 kg というのが目安である。

配合餌料は日本でのみ高品質のものが開発されているが、価格が極めて高い。配合餌料にかわるものとしては、新鮮な魚肉、貝肉などが使用できる。これらはできるだけ粉砕し、よく洗浄してから投餌しないと飼育水の悪化を招くので細心の注意が必要である。魚肉、貝肉の投餌量は、残餌が残らず、かつ共食いが起こらぬように飼育タンクを観察しながら決定する。

産卵後から新鮮な海水を毎日少しずつ注入し、ミシス中期頃までに満水になるようにする。この時期まではまだエビのサイズが小さくメッシュを使った排水が出来ないので水交換はしない。ミシス後期になって水交換が出来るようになったら、メッシュでかこったアンドンを使用して、1 日当たり 20% 程度の水交換をする。(図-4)

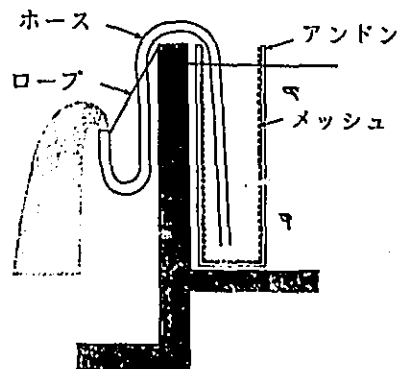


図-4 アンドンを使用した水交換例

水交換率はエビが生長するにしたがって増加させ、P 5 からは 25%、P 10 からは 30%程度の換水が必要であろう。

飼育水 1 t 当たり 1 万尾の稚エビ (P 20) を生産目標とするのが普通である。ノープリウスがえられた段階で飼育タンク中のノープリウス数をタンク容量 1 m<sup>3</sup> 当たり 2 万尾程度にしておく。以後 P 20 まで毎日タンクの中のエビ幼生数を計数して、数量を出来るだけ正確に押えておく必要がある。

ポストラバに変態して 20 日後 (P 20) でエビは体長 15 mm、体重 20 mg に生長し、このサイズになると、輸送や人による取り扱いにも強いので、養殖用種苗として収穫する。

種苗サイズになった稚エビはタンクの排水口で、目合い 1 mm 位のメッシュでできた網で採集し、タンクあるいはビニール袋に収容して運搬する。(図-5)

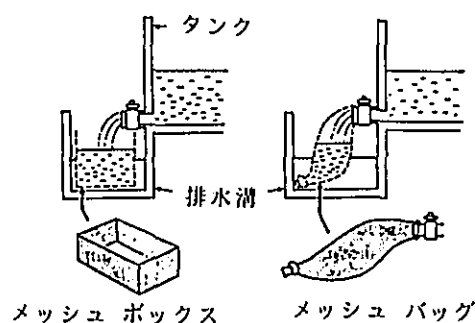


図-5 稚エビの収穫

タンク輸送では、水温 27℃ なら 50 万尾/m<sup>3</sup> の濃度で収容しても 3 時間の運搬に耐える。タンクには十分に空気あるいは酸素ガスを供給する。ビニール袋で輸送する場合は、8 l の海水、4 l の酸素ガスで 6,000 尾の稚エビを収容することが出来る。輸送温度は 16℃ 程度とする。

## 2. クルマエビ種苗の中間育成および養成

### (1) 中間育成

タンクでP 20 まで飼育された稚エビは、養成池に移放される前に、4 cm (0.5~1.0 g) サイズまで養成池内に防虫網で作った小区画、あるいは小面積の育成池にて中間育成をする。この間の放容密度は 70 尾/m<sup>2</sup>程度と高密度で飼育することが出来る。また、小面積で飼育するので、池の管理、稚エビの観察がしやすく、害魚による食害なども防ぎやすい。したがって直接P 20 の稚エビを養成池に収容する場合に比べて生存率を上げることが出来る。中間育成期間は 45~50 日位で餌料はほとんどすべて配合餌料が使われている。移放直後の投餌については、池の広さ、季節、池中の天然餌料への期待度などまちまちである。その一例として日間投餌率を、10 日きざみにエビ体重の 30、22、15、7%と順におとしながら、朝夕 2 度に分けて投餌し次第に夕方だけ投餌するようにする方法がある。

中間育成が終わったら、中間育成池からエビを取り上げ養成池に放養するか、養成池の網囲いを取りはずして養成池に放養する。

### (2) 養成

養成池には海中に建造する築堤式と陸上に建造する陸上池と円形コンクリートタンク式がある。築堤式の養成池は、日本では干満差の大きい熊本県天草地方に多い(図-6)。

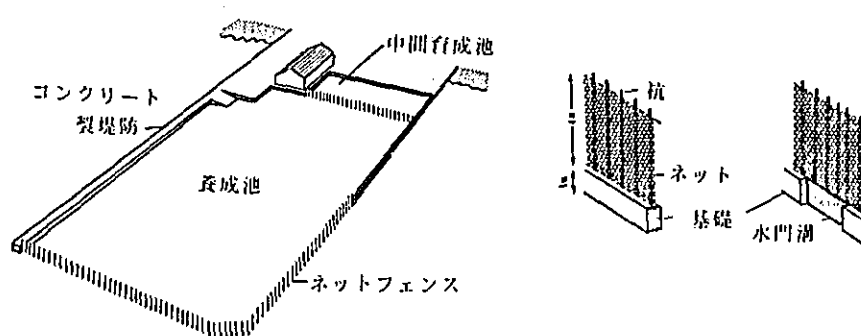


図-6 クルマエビの築堤式養成池

面積は1面0.5~2ha位で水深は普通1.5~3mくらいである。水交換は海中に築いた堤防の上部に建てた網を通して行なわれ、干満差が大きいので1日当たりの交換率は90%近くになる。海中に高い堤防を築き、水の水交換は堤防の1箇所築いた水門を通じて行ない、干満差利用の水交換だけでは不足する分をポンプで揚水して補うというタイプの築堤式養成池もある。池の底面に幅5m、深さ1m位のミオ筋を何本か掘っておくと、ヘドロがそこへたまりエビはヘドロのない底面で育成することが出来る。池内に水流を起こし水の交換が良くなるように1ha当たり2基位の水車を設置する。築堤式養殖場造成地は風波の影響を受けないで、水通しの良い砂浜が適地であるが、日本では区画漁業権を取得するのに非常に手間がかかる。

陸上に造成する陸上池には、かつては瀬戸内海周辺の廃止塩田を改造するものが多かったが、最近海に近い敷地にあらたに造成するものが増えている(図-7)。

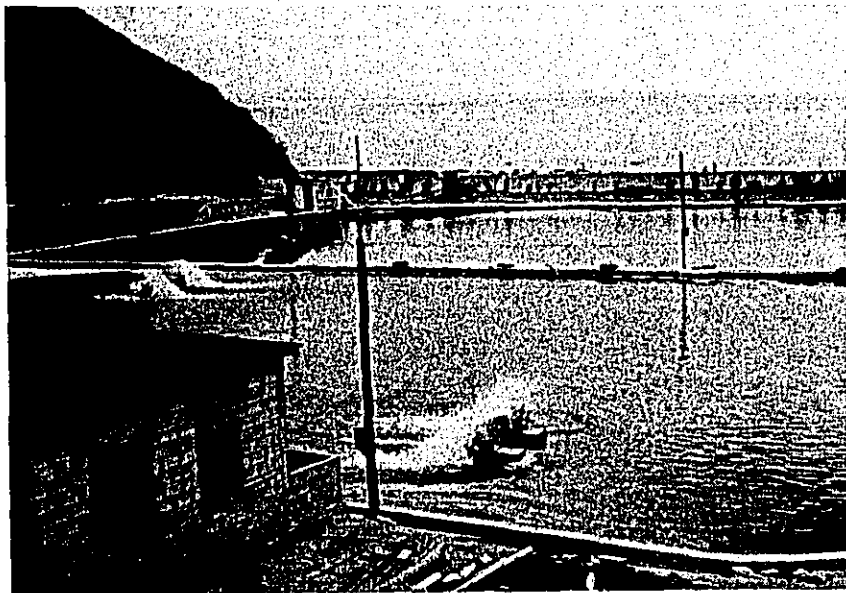


図-7 クルマエビの陸上池

陸上池は壁面をコンクリートにし、底面は砂にする。敷地の土壌が砂質でない場合には砂を入れなければならない。廃止塩田を使用する場合は1池当たり1~5 haの大型池が多かったが、あらたに造成する場合は0.3~1 haと小型のものが多い。水深は深い方が良いが、造成費の関係で1.5~2 m位のものが多い。海水の供給はポンプで行なう。池底のミオ筋、水車の設置などは築堤式と同じである。この方式では、土地の価格や、海水を揚水するためのエネルギーコストなどが高くなる。

陸上円形コンクリートタンクは狭い土地を利用し、極めて高密度の養成をするための養成池である(図-8)。

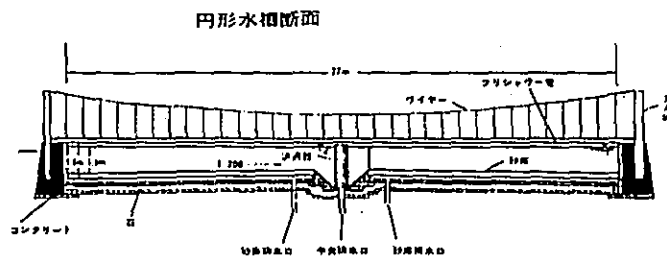


図-8 クルマエビ養成円形コンクリートタンク

通常タンク1基当たり1,000 m<sup>3</sup> (半径30 m) で水深1.5 mである。タンク底面は二重底とする。二重底とは、底面にすのこで一定のスペースを作り、その上部に砂層を設ける方式で、タンク上面から常時注がれる海水が常に砂層を通過するのでエビの生息環境としての砂層が清浄に保たれる。海水はポンプで揚水し、1日の換水率は400%程度にする。この施設は建造に莫大な費用がかかるうえ、揚水のためのエネルギーコストも莫大となる。なお、コンクリートタンク養成池を採用した場合は小面積なので、中間育成を行うことなしに直接P 20の稚エビを直接タンクに放養することができる。

### (3) 放養密度と養成池管理

養成池の放養密度は、築堤式や陸上式の場合は20~30尾/m<sup>2</sup>程度とする。5~7月に養成を開始すると、10~11月には、成長の早い個体は20g以上の商品サイズに生長するので取り上げ、出荷を開始する。取り上げて密度が減少した分だけあらたに中間育成後の種苗を追加してやると、単位面積当たりの生産量を最大限にすることができる。種苗を追加しない場合でも、密度が低下することによって残ったエビの生長が早くなる。このような出荷は間引出荷と呼ばれ、これによって単位面積当たりの年間生産量は600g/m<sup>2</sup>程度まで上げられる。

コンクリートタンクの場合は稚エビ中間育成をせず150尾/m<sup>2</sup>程度の密度でタンクに放養し、エビが成長するにしたがって他のタンクに分養して密度を減少させて行く。20gサイズのエビを50尾/m<sup>2</sup>程度の密度で飼育することができ、分養と間引き出荷を行なうことによって年間生産量を2,000g/m<sup>2</sup>位まで上げることが出来る。

いずれの養成方式をとるにしても、日常の管理として毎日潜水をして、エビの健康状態、残餌の有無、底質の状態を観察し、へい死個体の計数、除去をおこなわねばならない。また、定期的に坪刈りや電気網による取り上げを行なってエビのサイズ、在庫量を把握しておくことが重要である。底のへドロが多量に堆積してきた場合はポンプで除去したり、底質改良剤をまくなどして底質を常に良い状態に保つことが重要である。

すべてのエビを取り上げた後、養成池を排水して残っているエビを収穫する。

池底は天日消毒、あるいは石灰散布による消毒をし、ヘドロを除去する。池底の砂質の状態が悪くなっている場合は新しい砂を入れる。コンクリートタンクの場合は二重底のすのこや砂を除去し、池の消毒、乾燥をおこない新しい二重底を設置する。

#### (4) 投餌と餌料の管理

餌としては、かつてはアサリ、イガイ、アミ、雑エビなどの生餌がよく使われていたが、現在はほとんど配合餌料が使用されている。配合餌料の投餌量は一日当たりエビ体重の3～4%程度を目安とする。この投餌量で無駄なくエビが順調に成育した場合は増肉係数が2.0程度となる。一日の投餌量は予想される成長曲線から10日間程度のエビの総期待増重量を求め、これに増肉係数を乗じ、日数を割って求めるのが一般的である。また、毎日池にもぐり残餌の有無を観察し、投餌量の調整をする必要がある。

配合飼料はイカミールを主原料にし粗蛋白が60%以上の高蛋白餌料で、現在日本では700円/kg程度と非常に高価なものである。ビタミン、ミネラルなどが添加されており、室温中に保存するとビタミンCなどが急速に破壊されてしまう。例えば15～20℃では10日間で、ビタミンCの50%が破壊されてしまう。したがって3～4日以上保管する場合は-20℃程度の冷蔵庫の保管すべきである。配合飼料の品質はメーカーにより、また同じメーカーでも生産時期により変動するので、餌料試験をまめに行なって、常に信頼のおける餌料を使用するようにしなければならない。

#### (5) 病気の防除

クルマエビの病気としては、ヒブリオ病(Vibriosis)、菌類のフサリウムによる黒エラ病(Fusarium)、微孢子虫病(Microsporidians)などがよく発生する。エビのへい死数、夜間の泳ぎ方、エビの身の締まり具合や活力、消化管の状態、残餌量、水色、水質などを常に観察し、少しでも異常が観察された場合には換水率を上げる、投餌量を減らす、底質改良剤を投入するなどの手をうたなければならない。ヒブリオ病の場合には配合餌料にオキシテトラサイクリンを配合して投餌



することも行なわれる。しかし、薬物の投与は耐性菌を作り出し、より大きな病害を招く恐れのある場合もあるので慎重に行なうべきである。良好な水質、底質、なるべく低い飼育密度などを維持し、健康なエビを育成するほかには、病気を防除する方法はないと考えたほうが良い。

### 3. 収穫と出荷

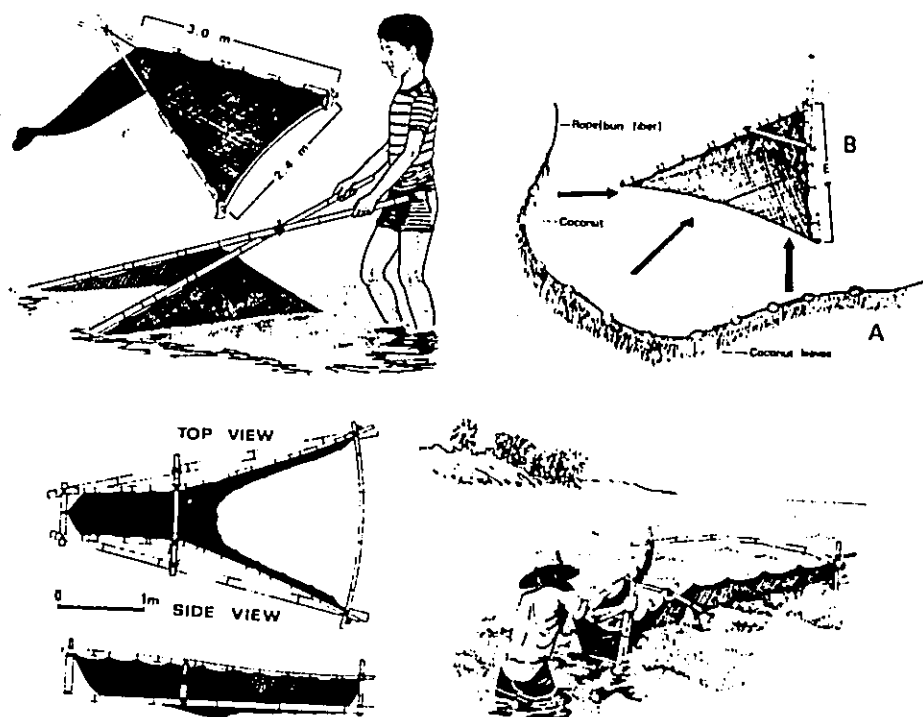
収穫は電気網や池中に設置したます網などで行なっていたが、最近は魚などのおびき餌を入れたカニ籠を池中に沈めて収穫する方法もある。ます網やカニ籠を使って収穫する場合は、活力あるエビのみが収穫され、目合いを調節する事によって希望のサイズのエビが収穫できるという利点もありエビを弱らせるという事も少ない。

収穫したエビは、海水中で徐々に10～15℃程度まで冷やしておとなしくさせ、秤量した後、ダンボール箱に乾燥、冷却したオガクズと共に詰めて輸送する。活きエビとして市場に到着することが7,000～12,000円/kgという高値で売られるための絶対条件なので、収穫から輸送までの処理工程は重要である。またエビの色、脱皮直後の殻の柔らかい個体の有無などもエビの価格を決める条件となる。天然あるいは養殖エビの市場への出荷量が増加したときは、価格が下がるので、市場へ出荷するタイミングも重要である。

## V ウシエビの養殖

ウシエビは汽水性のエビで非常に広い塩分耐性をもっている。しかし産卵からポストラーバ期位までは低塩分に対して弱く、最適塩分量は30～35pptである。ポストラーバ期以降の養成中の最適塩分量は10～25pptである。種苗には、天然種苗と人工種苗がある。天然種苗は三角網を基本とする簡易漁具により、海岸線、河口域において採捕される。体長は1cm前後である(図-9)。また、ウシエビ種苗の物に付着する習性を利用する方法もある。ヤシの葉、ヤシの実の繊維等を束にし間隔をあけてロープに結び水中に張るか、小枝等を束ねたものを一本の竹に結び独立して水底に設置し、それぞれの束に付着した種苗をふるいとる。いわゆる

る日本の柴漬漁法に似ている(図一10)。一般に河口域、水路で実施され、サイズは三角網で採捕される種苗より大型で通常1~2 cmである。



図一9 簡易漁具による天然種苗の採捕 (フィリピン)



図一10 稚エビの付着習性を利用した天然種苗の採捕 (フィリピン)

採捕された種苗には、ウシエビ以外の稚エビも混ざっていることがあるので、ウシエビの種苗だけを収穫する（図-11）。

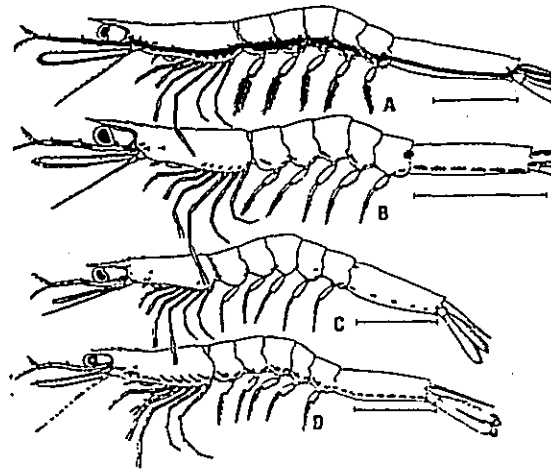


図-11 Penaeus 属の稚エビの比較 (Scales represent 2 mm)

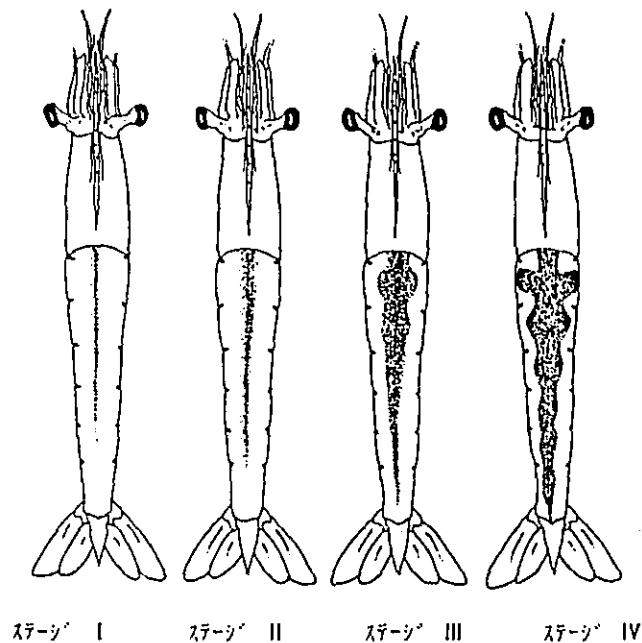
(A. *P. monodon*, B. *P. semisulcatus*, C. *P. merguensis*, D. *P. japonicus*)

また、天然種苗の絶対数の不足、価格の不安定、オフシーズンの解消の対策として、安定した人工種苗の供給がウシエビ養殖発展の重要な要因となっている。親エビは天然で一度に多量に捕獲できないので、一回の採卵で大量の受精卵を得ることができない。したがって種苗生産ではクルマエビに比べると小型のタンクが使用される。養成に際しては、低蛋白質の餌料で良く成長し、短期間で大型サイズになり、しかも丈夫である。大型サイズのエビで輸出商材としての価値が高いため、最近台湾で集約的な養殖が急速に発達している。フィリピン、インドネシア、マレーシア、タイなどでも今後、生産量が急増することが予想される。その他、バングラディッシュ、スリランカ、インド、モーリシャスなどでも養殖が行なわれるようになるであろう。

## 1. ウシエビの人工種苗生産

### (1) 親エビ

親エビとしては、定置網あるいは底曳網で漁獲される天然の完熟雌エビの卵質がもっとも良い。親エビを選別する際は、背面より卵巣を透かして肉眼でその形状、色から熟度を観察する（図—12）。



図—12 卵巣の熟度

ビニール袋に7～10 lの海水を入れ3～5尾の親エビを収容し酸素ガスを封じ込めて、水温20～22℃で輸送する。ビニール袋を破らぬ様に額角にビニール管を被せると良い。

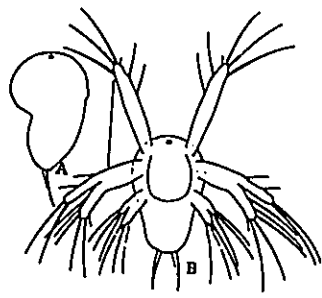
天然の親エビが入手できない場合は完熟していない雌エビを入手し、これに眼柄切除手術をほどこして雄エビと共に親エビ飼育タンクで飼育し、人為的に雌エビを完熟させる。この方法は眼柄の部分に卵巣成熟抑制ホルモン及び脱皮抑制ホ

ルモンを貯蔵、分泌するサイナス線及びX器官があるのでこれを破壊することによって脱皮、交尾を行なわせ成熟を促すのである。眼柄切除手術による催熟の手順は次の通りである。

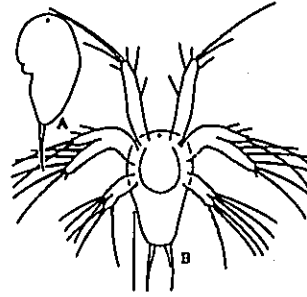
- ① 2～15 m<sup>2</sup>のコンクリートあるいはプラスチックの親エビタンクを用意する。底面には砂を敷き、塩分量 30～33 pptの海水を常時流水する。給餌、観察などに必要なとき以外にはタンクにカバーをし暗黒にしておく。しかし、一定の照度を保った方が良いとの意見もある。
- ② 脱皮直後や直前の個体を除き、体重 90 g以上の雌を選ぶ。
- ③ 雌を水中で保持し、カミソリまたはハサミで眼球に切れ目を入れ、親指と人さし指で眼柄をはさんで爪で押し潰す。
- ④ 雄と手術した雌を 1 対 1 の性比で 4～7 尾/m<sup>2</sup>の密度で収容する。
- ⑤ 餌としてはイガイの新鮮なもの、ゴカイ、配合餌料など栄養価の高い物を一日 2 回投餌し、残餌は除去する。
- ⑥ 約一週間後に最初の成熟度の観察をおこなう。観察方法は水中ライトをタンク内に沈め雌エビの腹部をライトで照らし卵巣の成熟度を観察する。観察は以後 4～7 日間おきに行ない、成熟した個体は産卵タンクに移す。通常一週間から 2～3 ヶ月（平均 3 週間）で成熟する。

## (2) 産卵、孵化及び幼生飼育

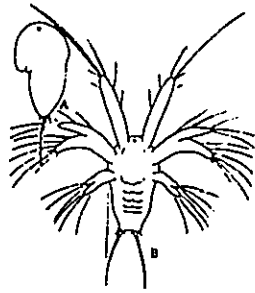
産卵タンクとしては 1 回に入手できる親エビ数が少ないので、0.5～2 m<sup>2</sup>位の小型のものを使用することが多い。産卵用水は 30～33 pptの清浄な海水を使用する。産卵タンクは暗い状態に保っておき、各タンクに数尾の親エビを収容する。通常、産卵は収容した日の午後 10：00 から午前 3：00 の間に行なわれる。産卵数は 20 万～100 万粒（平均 40 万粒）で孵化率は平均 60～70%である。産卵後 15 時間くらいでノープリウスになるので、ノープリウスをすう光性を利用して集めサイフォンでバケツなどに吸い出して飼育タンクに移す。飼育タンクは 10～30 m<sup>2</sup>のタンクが使用される。ノープリウスの飼育密度は 30～50 個体/l 程度とする。ノープリウスからポストラバ期までの各期の特徴を図-13・1、2 にしめす。



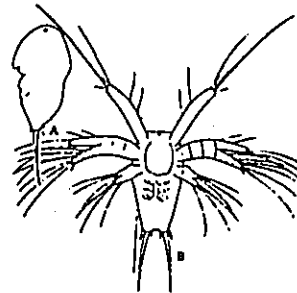
a. ノープリウス I



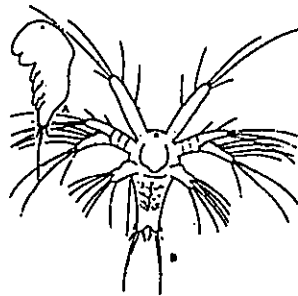
b. ノープリウス II



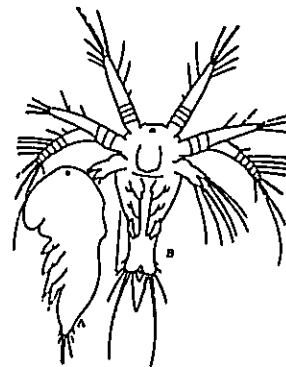
c. ノープリウス III



d. ノープリウス IV



d. ノープリウス V



e. ノープリウス VI

(A : 側面図、B : 腹面図、スケール : 0.2 mm)

図-13・1 ノープリウス各期の特徴

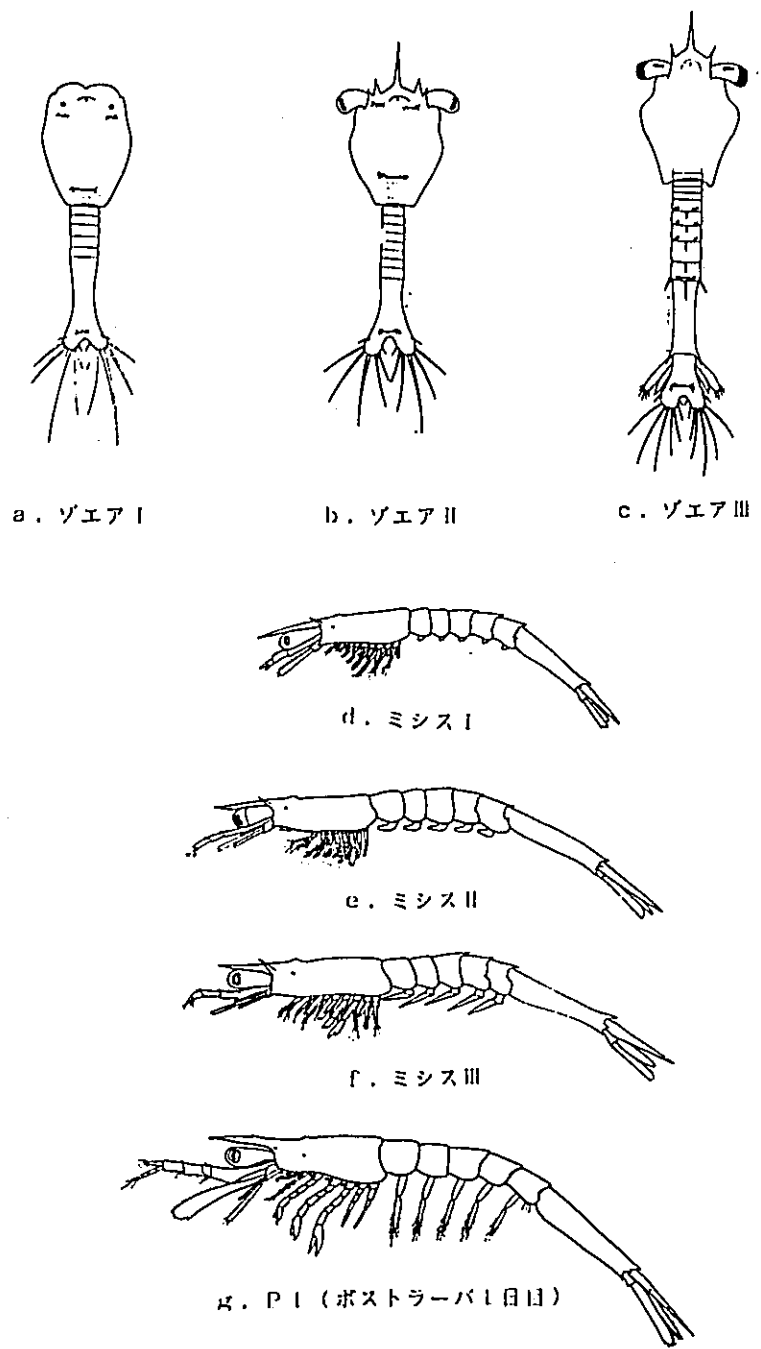


図-13・2 ゾエアからポストラーバまでの各期の特徴

飼育タンクには、ノープリウス移槽後にゾエア期の餌料として珪藻 (Skeletonema costatum、Chaetoceros calicitorans) などを投餌する。珪藻密度は、日本で行なわれているクルマエビ養殖のゾエア、ミス期と比較して低密度におさえておく。なぜなら、熱帯域の日射量は強烈で、そのため急激な珪藻の過増殖をまねき水質が悪化させるからである。ゾエア各期における珪藻密度の一例を表-6に示す。

表-6 ゾエア各期の珪藻密度

	Skeletonema Costatum Size 5 $\mu$	Skeletonema Costatum Size 7-10 $\mu$	Chaetoceros Calicitorans Size 3-4 $\mu$
Zoea I	5,000-10,000	700-1,000	30,000
II	10,000	1,000-1,500	50,000
III	<15,000	1,500-2,000	60,000

(単位はcells/ml)

ミス期より動物性餌料の投餌を開始する。動物性餌料としては、ワムシ、アルテミアのノープリウスを投餌する。標準投餌量は表-7に示す。

表-7 ミス期における投餌量

	Artemia Salina Nauplius	Artemia Salina Nauplious	Brachionus Plicatilis
Mysis 1	2-5 ind/ml	5-10 ind/Mysis	40 ind/Mysis
II	2-5 ind/ml	15-20 ind/mysis	50 ind/Mysis
III	5-10 ind/ml	20-30 ind/Mysis	60 ind/Mysis

ワムシは培養に施設や手間がかかるので使用しない事も多い。ポストラバ期の餌料としては、魚肉、イガイ肉などが用いられる。魚はゆでた後、骨と皮を除き、幼生のサイズに合わせて細かくほぐして投餌する。イガイ肉はなまのままミキサーにかけ洗浄後、幼生のサイズに合わせてネットでこして与える。このとき、洗浄を充分に行わないと飼育水の悪化する原因となるので注意を要する。表-8に各餌料の標準投餌量を示す。



表一 8 各餌料の標準投餌量

餌の種類	幼生のStage	給餌料・餌の大きさ
ワ ム シ	Z 2-M 1	3-5 個体/ccを飼育中に維持
	M 2-P 5	3-10 個体/ccを飼育中に維持
	M 2-P 10	飼育槽にあらかじめ 30-50 個体/ccを増殖させ適宜にクロレラを添加
ブラインシュリンプ Nauplius	M 2-P 5	1日幼生1尾あたり 50-80 個体、1日2回にわけて投餌
イ ガ イ 肉	P 3-P 7	幼生 10 万につき 40-50 gを1日4回
	P 8-P 11	幼生 10 万につき 60-120 gを1日4回
	P 12-P 20	幼生 10 万につき 130-200 gを1日4回
エ ビ 肉	Z 3-M 2	幼生 10 万につき 15-20 gを1日2回
	M 3-P 2	幼生 10 万につき 30-60 gを1日2回
	P 3-P 5	幼生 10 万につき 30-50 gを1日4回
	P 6-P 10	幼生 10 万につき 50-100 gを1日4回
配 合 餌 料	P 3-P 7	幼生 10 万につき 8-11 gを1日4回 80目のネットを通過し 120目で止まるサイズ
	P 8-P 11	幼生 10 万につき 12-25 gを1日4回 60目のネットを通過し 80目で止まるサイズ
	P 12-P 20	幼生 10 万につき 26-40 gを1日4回 40目のネットを通過し 60目で止まるサイズ
	P 21-P 35	幼生 10 万につき 41-80 gを1日4回 24目のネットを通過し 40目で止まるサイズ
海 水 酵 母 ※	Zoea期	$5 \times 10^8$ cells/ccの濃度の酵母 50-100 ccを1日4回
パン 酵 母 ※	Zoea I期	飼育水 1 m <sup>3</sup> につき 1日 0.5 gまで
配 合 餌 料 ※	Zoea期	幼生 10 万につき 0.5-1 gを1日4回 150目のネットを通過するもの
	M 1-P 2	幼生 10 万につき 120目のネットを通過し 150目で止まるサイズ

※珪藻供給不可能時の緊急餌料として

投餌は1日2～4回にわけて2.5～15 g/t 程度与える。表-9にゾエア期からポストラーバ25日目までの投餌計画の一例を示す。

表-9 ゾエア期からポストラーバ25日目までの投餌計画例

	Skeltonema Costatum (7-10 μ) (Cells/ml)	Artemia Salina Nauplius (ind/Larva/day)	Brachionus Pilicatilis	Boiled Trash Fish	
Zoea I	700-1,000	-	-	-	
II	1,000-1,500	-	-	-	
III	1,500-2,000	-	-	-	
Mysis I	1,500	5-15	40	-	
II	1,500	15-20	50	-	
III	1,500	20-30	60	-	
Postlarva 1	1,000	30-40	70	-	
2	1,000	40-50	80	-	
3	1,000	50-60	80	-	
					移槽
4	1,000	40-50	-	5 g×2/day	
5	1,000	20-30	-	10 g×2/day	
6	1,000	10-20	-	15 g×2/day	
7-10	-	-	-	15 g×2/day	
11-19	-	-	-	15 g×3/day	(1 t 当り)
20-25	-	-	-	15 g×4/day	

ミシス期以後、換水するのは、クルマエビの場合と同様である。幼生は一般にミシス後期からポストラーバ1～5日目までの間に飼育タンクに移槽する。これは飼育が長びくに伴ってタンクの底質、および水質が幼生の死骸、残餌などで悪化してくるので、新しいタンクに移すことによってエビを良好な環境で飼育するためである。移槽する場合は水交換用のアンドンを使って水位を出来るだけ下げた後、クルマエビの種苗生産と同じやり方で排水口にネットを設置して収穫し移槽する。

あらかじめ移放する養成池の塩分量が分かっている場合には、移槽後、徐々に塩分濃度を下げ、養成池の塩分濃度(15～20 ppt程度)に順化させることが望ましい。通常P 15～30で種苗として収穫される。

### (3) 収穫および輸送

収穫はクルマエビ種苗と同様の方法で行なう。稚エビのストレスを避けるために夜中から朝方に収穫することが望ましい。収穫した幼生は1尾ずつ計数し、二重にしたビニール袋(40×90 cm程度)に約5 lの海水と共に約50 gの稚エビを収容する。ビニール袋には酸素ガスを封入し、発泡スチロール性の保温箱に入れて養成池まで輸送する。輸送時間が6時間をこえる場合は、ビニール袋の上部に氷糞(氷500 g/box)を一緒に入れて水温を25~27℃程度に保つようにする。

## 2. ウシエビ種苗の中間育成および養成

### (1) 中間育成

養成池の一部を100~1,000 m<sup>2</sup>位、防虫網あるいは土堤で仕切って中間育成池とすることが多い。中間育成池は底質の日干による消毒をし、害魚の駆除を行なう。害魚の残存量によってその後の稚エビの歩留りがかなり違ってくるので害魚駆除は徹底して行なう。害魚駆除の方法は、茶かす、石灰などを池に散布して行なう。散布量は茶かすの場合、150~200 kg/ha、石灰で100~600 kg/ha程度である。茶かす、石灰のほかに、市販のサポニン、ニコチン、粉末ゲランなどがあるが現地で入手しやすく、安価な物を使用することが望ましい。池の消毒、害魚駆除が完了した後、30~40%まで注水し少量の鶏糞(100 g/m<sup>2</sup>程度を目安とする)米糠を投入して施肥をし、池底に藻類(ラブラブ)の一種を繁殖させる。これらの藻類と一緒に発生する小動物、有機物の塊まりなどと共に稚エビの天然餌料になる。施肥の量は海水や底質の栄養状態などに応じて調節しなければならない。池水が植物プランクトンの繁殖によって浅褐色を呈し、池底に届く光線の量のある程度おさえ、池底に糸状の緑藻が繁殖しないような状態が最適である。植物プランクトンが発生しすぎ、水色が濃褐色を呈すると、これらのプランクトンが死んで水質を短期間に悪化させる恐れがあるので、注意を要する。水の交換をよくし、水車を設置して酸素補給と水交換率を上げると理想的である。

P 15~30の稚エビを30~60尾/m<sup>2</sup>の密度で放養する。餌料は天然餌料だけでは不十分なので雑エビ、巻貝、二枚貝、雑魚、大豆粕、落花生粕、米ぬか、配合餌

料などを投餌する。投餌量は、エビの健康状態、底質、水質、天候などを考慮して調整する。

気温が上昇すると、エビの摂餌量が増加するので投餌量も増加させるが、同時に温度が高いと水質が悪化しやすいので、投餌量が過度にならないように充分注意しなければならない。気温の低下、あるいは曇天の時は投餌量を減少させる必要がある。

エビは脱皮の数日前から摂餌量が減少し始め、脱皮当日は摂餌しない。脱皮後の投餌量は増加する。池中のエビの脱皮状態をよく観察して投餌量を調節する必要がある。エビの健康状態になんらかの異常が観察された場合には、投餌量を減少させる。

雑魚、雑エビ、貝などの投餌量はエビの平均体重が0.2～1gの時期はエビ総体重の200%前後、1～10gのエビには50%前後を目安とする。稚エビは放養後3～4日は1日3～4回投餌し、その後は徐々に投餌回数をへらし1日1回とする。投餌時間は日没がよく、池に平均に散布するか、池の縁、池中に数箇所定点を設けて投餌しても良い。

1～1.5ヶ月後にエビは平均2g前後に成長するので養成池に2～10尾/m<sup>2</sup>の密度で放養し15g前後に育成し、その後更に他の養成池に移放することもある。

## (2) 養 成

### ① 粗放的養殖

フィリピン、タイ、インドネシア、インド（ウシエビよりテンジククルマエビ、インドクルマエビが多い）などでは、まだ極めて粗放的な養殖が行なわれている。粗放的養殖は塩田を利用した養殖池によるもの、サバヒー養殖池によるもの、およびマングローブ帯を切り開いて造成した養成池によるものがある。養成池は面積2～10haの長方形のものが多く、池壁面に沿って深さ1m、幅3～5m掘り下げられている。このとき掘削した泥で壁面を作る（図-14）。

池の海側に幅1mくらいの木製あるいはコンリート製の水門が1基あるいは2基造成されている。池水を満水にした場合、周辺の深いところは1.5mくらい、中央部の浅いところは0.5mくらいの水深となる。もっとも粗放的な養殖では、大潮



図-14 粗放的養成池（フィリピン）

の満潮時に水門を開けて、海水と共に天然種苗を池中に導入し、下げ潮には水門をしめる。池の中央部の浅くなった部分には藻類が繁殖し小動物も発生する。エビは昼間周辺の深いところにおり、夜間は浅い部分で天然餌料を摂餌する。このまま無投餌、止水で2ヶ月くらい放養し収穫が行なわれる。収穫量は100~500 kg/ha/年程度となる。最近はもっとも粗放的なこの方法に次のような改良が加えられている。

- a. 人工あるいは天然種苗を購入して放養する（ただし、サハビー養殖池での混養の場合は当初から種苗の放養を行っていた）。放養尾数は2,000~8,000尾/haが普通である。中間育成は行なわない。
- b. 養成池に鶏糞、牛糞などを施肥する。
- c. プッシュポンプで海水を池中に注水し、水交換率を上げる。

## ② 半集約的養殖

半集約的養殖では池面積が1~5 haで池の構造は粗放的養殖とほとんど同じものや、池全体を掘り下げ何条かのミオ筋を掘ったものなどがある。水交換は水門

に防虫網をはって、干満を利用して交換すると同時に、多くの場合プッシュポンプで注入し換水率を高めている(図-15)。種苗がまだ小さい時期には、水交換の時に害魚の卵稚仔が池に入らないように水門の防虫網などの目合いを考慮しなければならない。

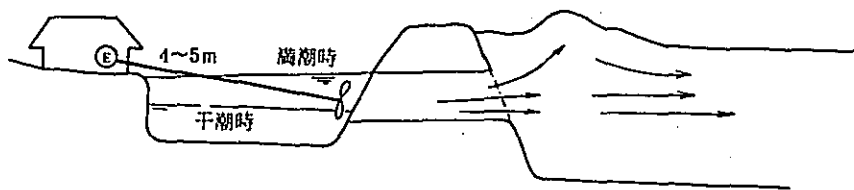


図-15 プッシュポンプ

施肥は鶏糞(1~2 t/ha を目安とする)、尿素と硫酸(1 : 3 の割合で 10~30 kg/ha を目安とする)などを投入して行なう。池中のプランクトン、池底のらん藻類(ラブラブ)の発生が不十分な場合には養成期間中でも追肥を行なう。

種苗は人工種苗あるいは天然種苗を購入し、中間育成を行なったのち、養成池に放養する。養成池中の放養尾数は 10,000~20,000 尾/ha である。餌量としては雑魚、貝、エビ、オキアミ、米ぬか、落花生粕、大豆粕、配合餌料を天然飼料で補う意味で投餌する。

3~4ヶ月後水門に袋網を付け、水門を開けて収穫する。餌で誘きよせ投網で収穫したり、池中にます網を設けて収穫することもある。収穫されたエビは選別して市場サイズに達しない個体は、再び池にもどして、更に1ヶ月くらい養成することもある。年間2~3回の収穫で生産量は 500~4,000 kg/ha/年程度となる。

### ③ 集約的養殖

ウシエビの集約的養殖は現在、台湾でのみ行われている。池面積は 0.1 ha 程度で水深は 0.6~1 m とする。池壁面はコンクリートで池底は砂泥質とする。幅 5 m、深さ 2 m のミオ筋を池壁に沿った部分と中央部に掘る。干満差による水交換は

ほとんど行なわれず、ポンプにより常時注水して高い換水率を維持する。水車を2基/ha程度設置し、酸素の補給を行なうと同時に、水を攪拌して、水の交換率を上げる。池底の消毒、害魚の駆除は出来るだけ丁寧におこなう。

一度に決まった数の、同サイズの種苗が必要となるので人工種苗を使用する。中間育成は確実に行ない、2段階の中間育成をすることもある。養成池の放養密度は10~15尾/m<sup>2</sup>とする。エビのサイズ、在庫量をできるだけ把握し、無駄のない投餌計画にしたがって投餌する。餌としては、貝、エビ、雑魚肉、配合餌料をつかう。生餌の場合は10~30gのエビには体重の20%、30g以上のエビには10%程度を目安とする。餌は池中に定点を設け、そこに投入するようにする。3~4ヶ月後エビが市場サイズに達したら、市場価格の高低によって毎日の出荷量を決定し、大型サイズは出荷し小型サイズは池にもどして養成を続ける。取り上げはエビを投餌場に集めて、投網で捕獲する。池中にます網を設置して捕獲してもよいが、大量にエビが入り過ぎて、へい死することがあるので注意を要する。最後は水門を開け、水門に設けた袋網で捕獲し、最後には池中にもぐった個体をひろう。年に2~3回の収穫を行ない5~15t/ha程度の収穫を上げることが出来る。

## VI オニテナガエビの養殖技術

オニテナガエビはタイ、マレーシア、ビルマなどで粗放的、半粗放的な養殖が行われている。また、ハワイ、ハイチ、モーリシャスなどでは集約的な養殖が行われている。人工種苗生産技術は確立しており、タイ、マレーシア、ビルマ、ハワイなどでは大規模な生産が行われている。

### 1. オニテナガエビの種苗生産

#### (1) 親エビ (Berried female)

オニテナガエビの交尾は堅い殻の雄と、脱皮直後の柔らかい殻の雌の間で行なわれる。熱帯地方では交尾は周年行なわれる。産卵は交尾の数時間後に行なわれ、卵は雌の腹部に抱卵される。卵は孵化するまで3週間くらい抱卵されている。卵

数は親エビ重量1g当たり1,000粒くらいで一尾当たり平均8~10万粒である。抱卵したエビはBerried femaleとよばれる。卵は散乱直後は赤っぽいが卵内での幼生の発生が進むにつれて、オレンジ色、黄色と変色し、孵化直前には灰色になる。親エビを得るには次の三つの方法がある。

- a. 天然親エビの漁獲量の中から選ぶ。
- b. 養成池あるいは親エビ養成池から投網などで捕獲する。
- c. 親エビ用コンクリートタンクに養成しているエビから選別する。親エビタンクは10 m<sup>3</sup>程度の容量で雌雄比1：5で成エビを収容する。

これらの抱卵エビを10 m<sup>3</sup>程度の親エビ用コンクリートタンクに収容し、卵の発育段階を観察する。卵塊の色が灰色がになったエビは、1 m<sup>3</sup>くらいの産卵タンクに収容するか、直接飼育タンクに収容する。これらのタンクの塩分量は、はじめ6 ppt程度にしておき、親エビ収容後、半日位かけて12 ppt位まで上げる。産卵タンクに収容する場合は3尾/m<sup>3</sup>程度の密度にする。

通常、灰色に変色した卵塊は24時間以内に孵化する。産卵タンクで産卵させた場合は孵化した幼生をすう光性を利用して集め、サイフォンで吸い出してバケツに取り飼育タンクに移す。

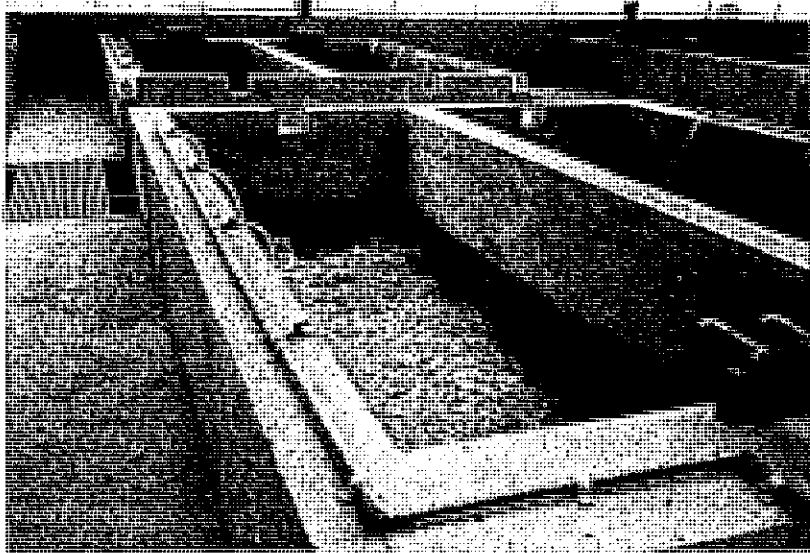
## (2) 孵化および飼育

飼育タンクは10~15 m<sup>3</sup>深さ0.7 m程度の長方形コンクリートが便利である。飼育タンクの1例を図-16に示す。

稚エビは直射日光に弱いので、飼育タンクには屋根をつけるか。寒冷紗でおおいをする。飼育期間中に12 ppt位の汽水が必要となる。毎日50%程度の水交換が必要なのでかなりの量の汽水が必要となるので、海水に淡水を混ぜて貯水タンクに貯える。

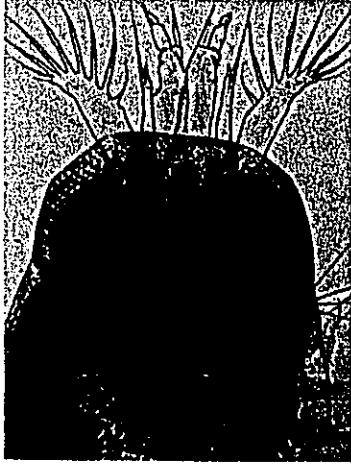
オニテナガエビはゾエア期幼生として孵化し、11期のゾエア期をへてポストラーバとなる。第一令期のゾエア幼生は眼柄がなく、両眼とも頭胸部に融合されたままで、尾節は第6腹肢と分節していない。第二令期になると眼柄がでてき、尾扇の部分が痕跡的に生じ付属肢の分節もすすむ。第二令期の末期になると卵黄



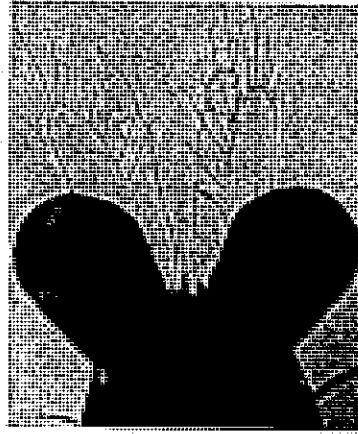


図一16 幼生飼育タンク（ビルマ）

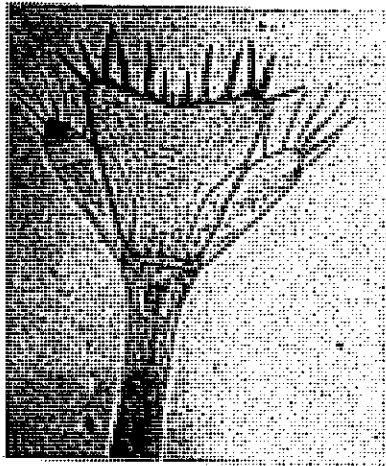
がほとんど消費され摂餌を始め個体が現われる。第3令期になるとすべての幼生が摂餌を開始する。各期を身分ける特徴を図一17に示す。



ステージ I



ステージ II

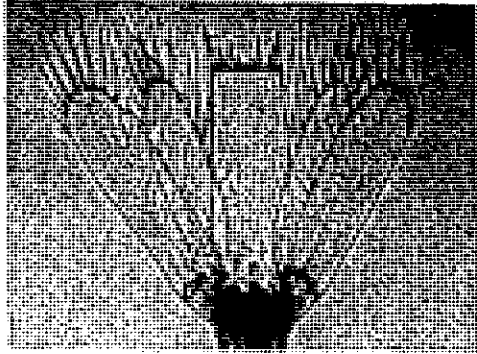


ステージ III



ステージ IV

図-17・1 各令期の特徴



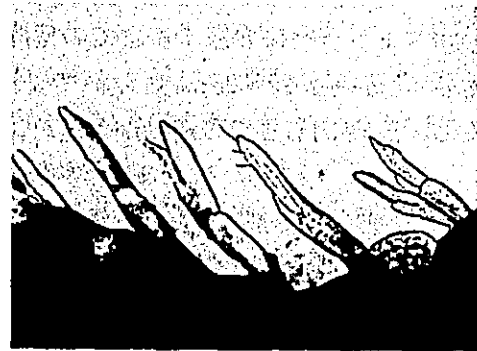
ステージ V



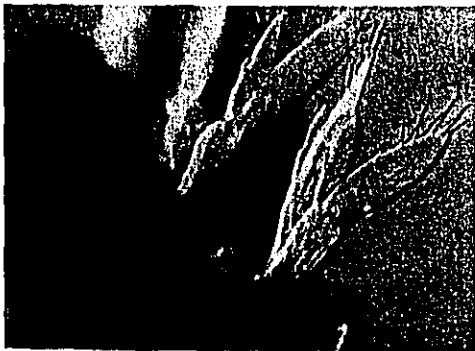
ステージ VI



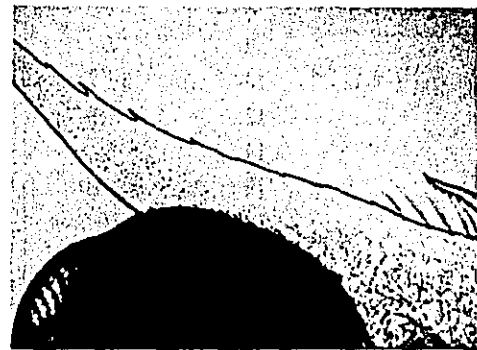
ステージ VII



ステージ VIII

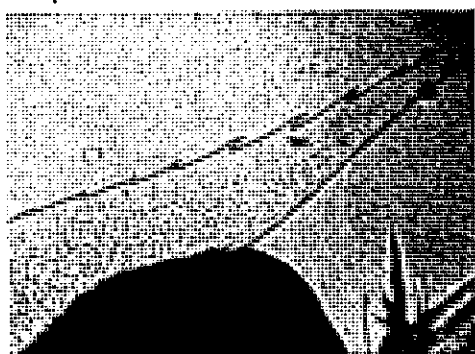


ステージ IX



ステージ X

図-17・2 各令期の特徴



ステージ XI



ステージ XII

図一七・三 各令期の特徴

ポストラーバに変態するまでの期間は、水温 27.5℃、塩分 12 ppt で 31~33 日、水温が高いと 22~28 日くらいである。表一〇に水温 27~29℃（まれに最低 23℃、最高 34℃までの変動があった。）での飼育例を示す。

表一〇 オニテナガエビ幼生の飼育例

経過日数	ゾエアの令期	体 長 (mm)			体重(mg)
		平均	最少	最大	
0	1	1.9	1.8	2.0	—
2	2	2.1	2.0	2.2	—
4	2-3	2.4	2.0	2.5	—
6	4	2.8	2.7	2.9	—
8	5	3.1	2.9	3.4	0.1
10	6-7	3.7	3.3	4.0	0.5
12	7-8	5.1	4.6	5.9	1.4
14	8	5.4	4.3	6.4	2.0
16	8-10	6.7	5.5	7.3	3.9
18	10	6.7	6.0	7.4	4.0
20	10-11	7.4	6.1	8.1	5.3
22	11-p	7.9	7.1	8.6	6.8
24	11-p	7.9	7.1	9.2	6.3
26	11-p	7.9	7.3	8.2	7.2
28	11-p	7.8	7.6	8.4	6.8
30	p	8.1	7.9	8.6	8.4

ゾエア期幼生は孵化後2日目には摂取する個体が現われ始めるので投餌を開始する。幼生はアルテミアのノープリウスをよく摂餌するが、初期のゾエア幼生にはワムシも餌料となる。アルテミアは朝夕2回投与し、投餌量は5個体/mlを目安とし、次の投餌まで1個体/mlが残るように調整する。通常10 m<sup>3</sup>タンクで1日の飼育で使用するアルテミアの卵は2~2.5 kgとなる。4~5令期に成長したゾエアは魚肉や貝肉の細片を好んで摂餌するようになる。イカの足をゆでた後ミンチにして与えてもよい。これらの餌の大きさは孵化後2~4日目で25目、5~10日目で20目、11~20日目で12目、20日目以後では7目のメッシュをとおるものを与える。いずれにしろゾエア期幼生は常に遊泳しているので、短時間で沈下してしまうような餌料は効果的ではない。魚、貝、イカ肉の投餌は3日目くらいから少しずつ開始し、同時にアルテミアの投餌をそれに伴って少しずつ減少させる。6日目からは魚、貝、イカ肉の投餌のみとする。10 m<sup>3</sup>タンクにおけるこの時期の投餌量は30~60 g/回で4~5回/日を目安とする。毎日の投餌量はだいたい稚エビの総重量の30%程度とする。1回の種苗生産に必要な魚、貝、イカ肉の量はだいたい12~16 kgとなる。投餌直後、各幼生が餌を抱えているかよく観察し、餌がまんべんなく行き渡り、かつ、やり過ぎにならないように投餌量を調整することが重要である。孵化直後の幼生の飼育数を20~40万尾/10 m<sup>3</sup>程度とすればポストラーバの生産数は10~20万尾となる。

孵化幼生の時には飼育タンクの深さを満水時の半分とし、その後徐々に注水し4日目くらいで満水になるようにする。5日目からは毎日50%程度の水交換をする。1日に1回はエアレーションを止め、浮遊している残餌や汚物をタンク底に沈殿させ、これをサイフォンで吸いとり除去する。孵化後28日目くらいになると、大部分の幼生はポストラーバに変態するので1~2日かけて飼育水の塩分量を徐々に下げて淡水にする。

### (3) ポストラーバの管理および輸送

ポストラーバは養成池に移放するまで1~4週間、50 m<sup>3</sup>(面積50 m<sup>2</sup>、深さ1 m)のコンクリートタンクで飼育する。放養密度は1週間くらいなら5,000尾/m<sup>3</sup>、4週間位なら2,000尾/m<sup>3</sup>程度とする。餌料としてはコイ用の配合餌料などを与える。換水率はなるべく高く200%/週以上としエアレーションを行なう。

稚エビの輸送はクルマエビ、ウシエビなどほとんど同じ方法で行なう。1時間位の輸送時間なら40 lの水にエアレーションを行なって約3万尾を輸送することが出来る。発泡スチロール箱や氷などを使って輸送中の温度を25～28℃程度に保つようにする。

## 2. オニテナガエビの養成

オニテナガエビの種苗は主として素堀の養成池およびペン（網囲い）で養成されているが、そのほか灌漑用水路、水田などでも養成されている。

### (1) 素堀池による養成

面積0.2～1.6 haの池が地曳網による取り上げの容易さも考慮に入れるともっとも管理しやすい。水深は0.7～1.2 m、平均0.9 m位である。池壁は水面から60 cm以上の高さがあった方がよい。水は水源から給水路に導き、そこから池に注水する。注水に際しては害魚の卵稚仔が池中に入らないよう充分注意する。注水口の反対側に、水門を設け排水する。水門の例を図一18に示す。



図一18 素堀池の水門例（フィリピン）

稚エビを放養する前には、必ず池を干し十分に日干して消毒する。その後1,000 kg/haの石灰を散布し害魚を駆除する。

1年に1回くらいは日干したのち新しい土を入れる。1回の養成毎に池を干してすべてのエビを取り上げるバッチ方式では放養密度は5尾/m<sup>2</sup>位に低くする。放養後5ヶ月頃から地曳網で大きな個体から取り上げる間引き方式では20尾/m<sup>2</sup>位まで放養密度を上げることが出来る。

放養された稚エビ（ポストラバに変態後1～4週間の個体）は6～7ヶ月位で50～100gの商品サイズに成長する。餌としては米くず、米ぬか、キャッサバ、魚肉、貝肉、配合餌料が使用される。最近タイなどでは淡水エビ用の配合餌料を使用するところが増えてきた。日本、台湾で製造されるクルマエビやウシエビ用の配合餌料は蛋白含有量がオニテナガエビには不必要なほど高く、価格も高いので使用されない。配合餌料の増肉係数は2～3、魚貝肉などの生餌のそれは7～9と考えられる。

投餌量は配合餌料で6 kg/ha/日から始めてエビの摂餌状態、成長、健康状態、水質、底質の状態、天然餌料の発生具合などをよく観察しながら、徐々に増加させ取り上げ直前には44 kg/ha/日くらいまで持って行く。生産量はバッチ方式では1,250 kg/ha/年、間引き方式では2,500～3,000 kg/ha/年が期待できる。

## (2) ペンによる養成

水深0.8～1.5 m位の広い面積が確保できる栄養分に富んだ湖などがある場合は、ペン養殖が可能である。稚エビはまず防虫網で作った小型の網で3ヶ月程度中間育成し、体長10 cmくらいに育成する。2×4×1 mの網で2,500尾を飼育することが出来る。餌料は主として配合飼料を使用し、時には魚貝肉を与える。

ペンは直径50 mくらいの内径のものが良い。支柱を周辺に沿って5 m間隔くらいにたて、これに目合い2.5 cmくらいの網を張り、網の下部は丁寧に水底に埋め石などで押える（図—19）。

このペンに10 cm位に成長した個体を3～5尾/m<sup>2</sup>の密度で収容すると、4ヶ月で体重100 gに達する。大きい個体から間引き方式で取り上げる。取り上げには投網や竹筒製のわなを使用する。餌は魚肉を3,000尾のエビに対して10 kgづつを1日2回投与する。



図-19 ペン養成池 (タイ)

## VII エビ養殖の適地

### ① 水質条件

水温：25～30℃

pH：7～8.5が最適、6以下であるとエビの成長に悪影響を与える。

容存酸素：5 mg/l 以上

鉄分 (Fe)：1.0 mg/l 以下

水銀 (Hg)：0.001 ppb以下

BOD (5日間)：1 mg/l 以下

アンモニア：0.1 mg/l 以下

NO<sub>2</sub>-N：0.02 mg/l 以下

農薬：エビは農薬に極めて敏感なので近くに農薬を散布する農業用地、林業用地などがある場合は避ける。後背地に農業用地がある場合も、降雨の後、



農薬を含んだ雨水が海水に流入し、海水を汚染することがあるので注意を要する。

塩分量：クルマエビ・・・・・・・・・33～36 ppt

ウシエビ・・・・・・・・・種苗生産、30～32 ppt

養成、15～25 ppt

オニテナガエビ・・・・・・・・種苗生産、12～15 pptおよび淡水

養成、淡水

濁度：種苗生産用水は清浄な水でなければならない、濁度が高い場合は沈殿、濾過などの処理をする必要がある。

養成用水は、ウシエビ、オニテナガエビには濁りがあっても問題はないが、クルマエビの場合は濁りがあってはならない。

## ② 土壌条件

pH：マングローブ帯の土壌はpHが6以下と低いことが多く、このような場合には客土をして土壌改良をするか石灰を散布してpHを上げる必要がある。

粒土組成：クルマエビには清浄な砂がよく、ウシエビ、オニテナガエビには泥分の多い砂泥が良い。

## ③ その他の自然条件

地形：養成池造成には平坦な方が建設コストが安くつくが、孵化場建設にはある程度高低があった方がタンクを配置しやすい場合がある。

土質：岩盤があると掘削が出来ないので避ける。保水性の悪い砂質や砂岩質の所も池を造成し難い。

植生：マングローブ林などが繁茂している所は伐採するのにコストがかかる。

自然災害：風波、台風、地震など自然災害から護られていなければならない。

動物相：鳥などの食害動物、ザリガニ、モグラなど地壁に穴を開ける動物が多い所は注意を要する。かどうか。

④ その他チェックすべき条件

- a. 道路事情、通信事情が良いかどうか。
- b. 電気、水道などの公共サービスがえられるかどうか。
- c. 技術者、作業員、臨時作業員などの人的資源がえられるかどうか。
- d. 盗難、破壊、従業員への危害などがなく治安条件が良いかどうか。
- e. 漁業権、土地所有制度がどうなっているのか。
- f. 周辺住民の宗教、風習がどのようなものか。
- g. 養殖用資材、機械、スペアパーツの入手、機械のメンテナンスなどが  
えやすいかどうか。
- h. 集荷場、加工場、消費地などが近いかどうか。
- i. 餌量としての雑魚、貝、イカ、エビなどが安価で入手出来るかどうか。
- j. 孵化場の場合は親エビ、養成場の場合は稚エビが入手しやすいかどうか。

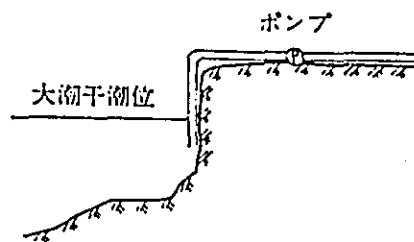
Ⅷ エビ養殖に必要な施設、資機材

(1) 種苗生産施設

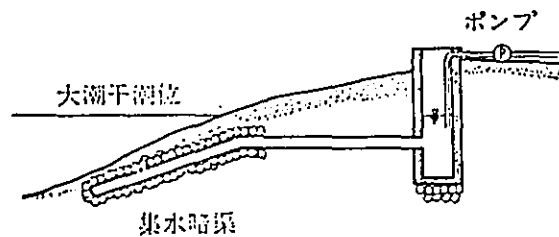
① 取水システム

取水方式は3種類に大別できる。

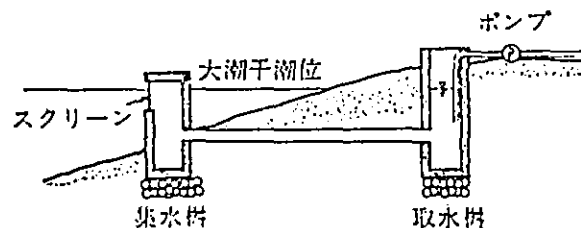
- a. 直接式。もっとも大量の水が取水できるが、波や汚染などの影響を受けやすい。



- b. 集水暗渠式。井戸から濾過された清浄な水がえられるが、量的な問題を解決するのが難しい。



- c. 取水ます式。導水管の埋設にコストがかかる場合が多い。



ポンプには陸上に設置する渦巻きポンプと、インペラーが水中に入れられる水中ポンプ、バーチカルポンプ、プッシュホンポンプがある。揚程が大きい場合には渦巻きポンプ、水中ポンプがよく、バーチカルポンプ、プッシュポンプは揚程が小さい場合に使用される。ポンプの容量は必要水量によって決める。動力も電気、ガソリン、ディーゼルなどあるので立地条件によって決定する。

## ② 濾過装置

水源に濁りがある場合は濾過処理する必要がある。濁りが軽微で必要水量が多くない場合は既製品の強制濾過装置が使える。濁りがひどく水量が多い場合は大型のコンクリートタンクに砂を入れて砂濾過をする必要があるが、定期的に逆洗あるいは濾材の洗浄、交換をしなければならないのでいくつかの濾過槽を備える必要がある。濾過槽の前に沈殿槽を設けて、ある程度沈殿させてから濾過すると、

濾過槽にかかる負荷が小さくなる。

### ③ 貯水槽

養成池の場合はポンプで汲み上げた水を直接注水するようにしても良いが、孵化場の場合は多数の少容量タンクに注水する必要があるので貯水槽を設ける必要がある。淡水エビ、汽水エビの種苗生産の場合には海水と淡水を混ぜて一定の塩分量の水を作らなければならないので、混合して貯水する汽水貯水槽が必要である。

### ④ 給配水システム

養成池への給配水は、コンクリート製のU字溝で給水路を作ったり、大口径のPVCパイプや内面をプラスチックでコーティングした鉄管を使用する。孵化場ではPVCパイプがエビ幼生にとって無害で良い。バルブ類もPVC製が良い。給配水用のバルブはゲートバルブでもバタフライバルブでも良い（図-20）。

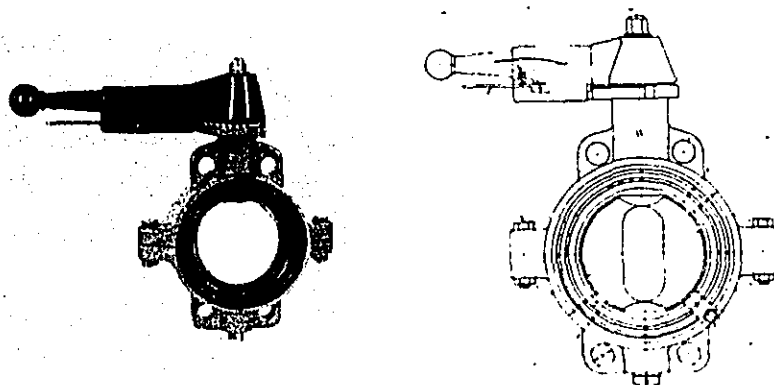


図-20 a バタフライバルブ

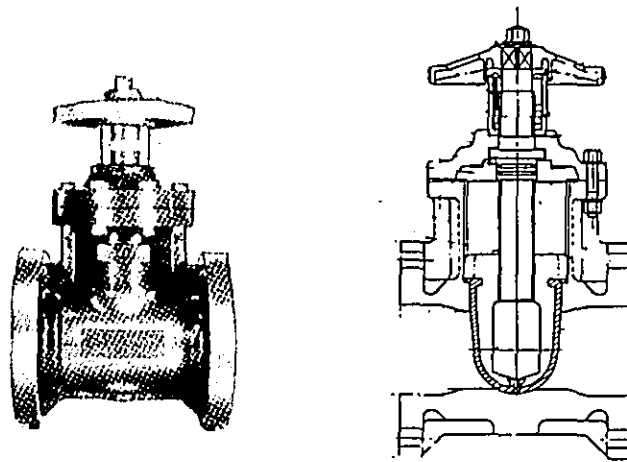


図-20 b ゲートバルブ

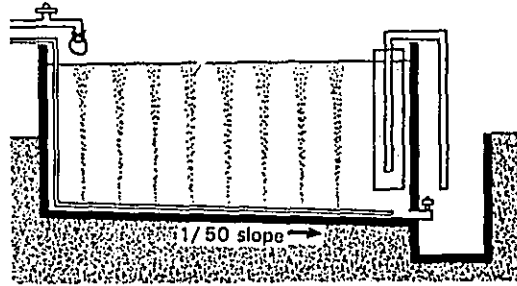
#### ⑤ 給気システム

給気装置としてはエアブローアが良い。コンプレッサーは大量の空気を常時供給するには適していない。給気のためのパイプは亜鉛びき鉄パイプが良い。バルブには真ちゅう製のボールバルブあるいはゲートバルブを使う。水中の散気にはPVCパイプに直径1 mmくらいの穴を開けたものやエアーストンを使用する。

#### ⑥ タンク

孵化場には多数のコンクリートタンクが必要であるが、各タンクに飼育用水、空気の供給パイプを配管する。タンクの底面は排水口に向かって1/50の勾配を付けておくと排水、掃除が容易になる(図-21)。

直射日光が強すぎる場所では、タンクに屋根をつけたほうが良い。コンクリートタンクのほかにプラスチック(ポリカーボネイトやFRP)タンク(30~2,000 l)やキャンパス地の組み立て式タンク(5~10 m<sup>3</sup>)をいくつかもっていた方が配合餌料の比較試験や餌料用微生物の培養などを行なうのに何かと便利が良い。アルテミア孵化用には底がロート状になっているプラスチック製の孵化タンクがよく



図一21 飼育タンクの勾配

用いられる。

⑦ 排水溝

各タンク及び水を使う場所には排水溝をきちんと作り、取水地点と十分離れた所に排水するようにする。排水溝の大きさが不十分だといくつものタンクを一斉に排水すると排水が溢れたりする。排水溝には十分な勾配を持たせてスムーズに排水出来るようにしなければならない。また、掃除や稚エビの取り上げが容易なように十分な広さを持たせるべきである。養成池の排水口、排水路も同様に十分な排水容量を持ち、エビの取り上げが容易に出来るように設計するべきである。

⑧ 発電機

外からの電力の供給がない場合はもちろん、供給が受けられる場合でも発電機を設置しなければならない。ただし、粗放的養殖で電力を全く必要としない場合は不必要である。電力の供給がある場合の非常用発電機の能力は、最低限のエアレーションが止まらないようなものにする。

⑨ 冷蔵庫

生餌が毎日入手できる場合は除いて、餌料貯蔵用の冷蔵庫が必要である。配合

餌料もなるべく低温で保存しなければならない。できれば-20℃まで下げられる冷凍庫を備えることが望ましい。

#### ⑩ 事務所、実験室

孵化場、養成池を問わず養殖にとって、飼育日誌や作業日報をきちんとつけることは基本的な重要事項である。これを行なうことによって、同じ誤りを繰り返さなくてすみ技術を進歩させることができ、正確な生産計画や予算計画が立てられるのである。そのためには記録し、記録を保存すると同時に、従業員同士が問題点を検討し合う事務所が必要不可欠である。

簡単な水質検査、エビの検鏡、生物の同定、餌料用微生物のもとだねの培養などを行う実験室は小さくしても必ず設置する必要がある。

#### ⑪ 倉庫

養殖に必要なネット類、木材、出荷用のビニール袋や発泡スチロール箱、機材などをきちんと整理して保管できる倉庫が必要である。

#### ⑫ 作業場

コンクリートの床に屋根の付いた作業場があると網類の製作や修理、水交換用のアンドンなどこまごましたものの作製といった作業するのに便利である。

#### ⑬ 資機材

- a. 小型の水中ポンプ：孵化場でタンク間の水の移送、餌料用微生物の培養などに便利である。
- b. 大型のディーゼルエンジンポンプあるいは水中ポンプ：養成池の排水用に必要である。
- c. ナイロンメッシュ：40 $\mu$ のメッシュは連鎖状群体をつくる珪藻をすくってエビ幼生に投餌するのに便利である。60 $\mu$ のメッシュはワムシを集めるの

- に使用される。100~200  $\mu$  のメッシュは水からきょう雑物を除去したり換水用のアンドンに使用する。
- d. 防虫網：餌をふるいにかけたり、排水口からエビが逃亡するのを防ぐのに使用する。
  - e. 水質測定機器：DOメーター。pHメーター（比色キットでも良い）。サリノメーター（塩分屈折計でも良い）。水温計。
  - f. 顕微鏡：10~100倍の立体解剖顕微鏡、および400倍くらいの顕微鏡。
  - g. 冷蔵庫：実験室に置く。家庭用冷蔵庫でよい。
  - h. 手押し車：養殖場で餌料などの運搬に使用する。
  - i. 魚網：収穫用の地曳網などを作る。
  - j. 工具類：大工工具、電気工具などがひとつとおり揃っているとよい。
  - k. ホース類：孵化場ではサイフォン用の蛇腹ホース、エアレーション用のビニールホースなど、様々なホースが必要になる。

## 参考文献

〔クルマエビ〕

俵ヒガシマル, 1982. クルマエビの種苗生産・参考資料5.

Hudinaga, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus Japonicus* Bate. *Japanesa journal of Zoology*, 10 (2) : 1-393.

藤永元作、倉田博、橘高二郎, クルマエビ養殖の進歩, 浅海完全養殖 : 311-422, 恒星社厚生閣版

松井暢夫, 1982, 「くるまえび」養殖実務 (改訂版), (株)全国かん水魚協会,

Kafuku, T. and H. Ikenoue. (ed.), 1983. *Kuruma Prawn (Penaeus japonicus)*.



Modern Method of Aquaculture in Japan : 130—134. Koudansha Tokyo and Elsevier Amsterdam.

〔ウシエビ〕

Motoh, H. 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger Prawn, *Penaeus monodon* in the philippines. Technical Report No.7, SEAFDEC, Iloilo, Philippines.

貫山義徹. 1980. フィリピンにおけるウシエビ (*Penaeus monodon* Fabricus) の大量種苗生産技術に関する報告書. 漁セ/JR/81-9. 国際協力事業団.

Pasucal, F. P. 1983. Nutrition and feeding of *Penaeus monodon*. Extension manual No.2 Third Edition. SEAFDEC, Iloilo, Philippines.

Primavera, J. H. 1983. Broodstock of sugpo (*Penaeus monodon* Fabricius). Extension manual No.7 Third Edition. SEAFDEC, Iloilo, Philippines.

Suemitu, M., E. P. Jarabejo, J.T. Canto JR., M. Dinaano. 1983. A Summary of the experiments on the culture of *Penaeus monodon*. (Not published)

末光正典. 1984. フィリピンにおけるウシエビ養殖①-⑦. 養殖 21 (2)-(8).

台湾水試東港支所. 1982. 台湾のウシエビ養殖①-④. 養殖 19 (8)-(11).

〔オニテナガエビ〕

海外漁業協力財団. 1974. 東南アジアにおける汽水及び淡水産エビ養殖について. 海漁協(資)No.12.

国際協力事業団, 1984. アジア, 南太平洋地域、水産養殖計画基準,  
林水産/JR/84-17.

New, M. B. and S. Singholka. 1982. Freshwater Prawn farming, a manual  
for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO, FIRI/T 225.

〔エビ一般〕

農業土木学会水産土木研究部会, 1980, 水産土木ハンドブック, 緑書房.

東京水産大学第9回公開講座編集委員会編, 1984, 日本のエビ・世界のエビ, 成  
山堂書店.

Johanson, S. k. 1978. Handbook of Shrimp diseases. Sea Grant College,  
Texas A&M University.

メモ用紙

---

— メモ用紙 —

---

メモ用紙

---

LIE