

フィリピンにおけるウシエビ（*Penaeus monodon* Fabricius）の大量種苗生産技術に関する報告書

昭和55年 6 月

国際協力事業団

漁七
JR
81-9

JICA LIBRARY



1046110C13

フィリピンにおけるウシエビ（*Penaeus monodon* Fabricius）の大量種苗生産技術に関する報告書

昭和55年 6 月

専 門 家 名	貫 山 義 徹
派遣先機関	東南アジア漁業開発センター 養殖部局（フィリピン）
派遣期間	自 昭和49年 6 月13日 至 昭和55年 6 月14日

国際協力事業	
受入 月日	'84. 3. 27
	118
	89.6
登録No. 01077	EXM

はじめに

フィリピンは古くから、汽水養殖池を利用したMilkfishの養殖が盛んで、その生産は漁業生産量の中で大きな比率を占めている。生産性の高い熱帯の特性を合理的に利用した養殖形態は、日本の養殖の概念からは想像できない程恵まれている。

近年、市場における需要拡大と共に東南アジア諸国間に、養殖環境に恵まれた汽水養殖池を利用して、ウシエビ (*Penaeus monodon* Fabricius) を積極的に養殖する傾向が一般的現象として拡がり、将来の有望産業として脚光を浴びてきている。

こうした状況の中にあつて、1973年7月、東南アジア漁業開発センター (SEAFDEC) 養殖部局が、フィリピン国イロイロ市郊外に開設されると同時に、主要課題の一つとして、ウシエビ養殖技術開発が採り上げられ、その一環として種苗生産技術の開発研究が実施されてきた。

日本でのクルマエビ種苗は、1960年代後半、大型槽を利用した能率的な生産方式が開発されて以来、その生産数は飛躍的に増加した。開発された技術が、それを必要とし、より活用できる地域で応用されるべきであるという一般的な技術協力の考え方は、その技術が環境に左右されない場合、問題はない。しかし地域の環境によって適応の方法が異なる種苗生産等の生物を扱う場合、その技術協力は新たに、その地域に応じた技術開発が必要となる。

筆者は、1974年6月から1980年までの6年間、養殖部局にて、当初よりウシエビ種苗生産プロジェクトの一員として、その技術開発に参加してきた。その過程は、日本のクルマエビの大量種苗生産方式が熱帯環境の中にあつては、不都合な点が多いため、数多くの失敗と試行錯誤の繰り返しであり、クルマエビの技術を基礎に、結果の中から改良、修正を加えながらの技術開発であった。

本報告書は、6年間、直接現場で技術開発に携わってきた中で、経験をふまえて得られた、熱帯域におけるウシエビ種苗生産技術に関する知見である。結果は必ずしも充分とは云えず、さらに合理的な改良が望まれるが、あわせてフィリピンにおける汽水池養殖の概要等とともに、多少なりとも、今後の、関係諸兄のこの種の技術開発の一助となれば幸甚である。

1980年6月

養殖部局、種苗生産事務所にて

目 次

はじめに	
I フィリピン国の一般的概要	1
II 東南アジア漁業開発センター養殖部局の設立の経過と現状	5
III フィリピンの漁業生産と水産養殖、特に汽水養殖池の概要	8
IV フィリピンにおけるエビ養殖産業の背景と現状	11
ウシエビの種苗生産について	
V 親エビ	19
1 親エビの選定	19
2 天然親エビ	19
3 親エビの養成	24
4 親エビの輸送とその方法の変遷	30
5 供試した親エビ及びNauplius	32
VI 飼料の培養	34
1 珪藻	34
2 シオツボフムシ	41
3 その他の餌料	46
VII 種苗生産施設	49
VIII 幼生の飼育	54
1 変態	54
2 産卵ふ化	55
3 飼育餌料	56
4 飼育環境と管理	60
(1) 生産タンクと自然環境	65
(2) 珪藻濃度と飼育環境づくり	69
(3) 幼生の飼育密度	72
(4) 飼育水の管理	74
(5) その他の飼育環境管理	78
(6) 幼生の疾病と対策	80
IX Postlarvaeの収獲と輸送	82
X 生産結果	85

XI	小型種苗生産施設	85
XII	最後に	87
XIII	図, 表索引	89
XIV	参考写真	91
	添付資料, 1 Annual Report, 1977, 1978, 1979	
	2 The mass seed production of <i>P. monodon</i> . Postlarvae in the large scale hatchery, SEAFDEC Aquaculture Department.	

I フィリピン国の一般的概要

フィリピン群島は大小7109の島よりなり、北回帰線付近(23°30'N)から南に4°付近まで、また東経121°(マニラ付近)を中心に東西5°程度の範囲に位置し、東西625マイル、南北1000マイルに広がる。国土の総面積は299,000km²で、一平方マイル以上の島は、466に過ぎず、無人島も多い。最大の島はLuzon島で、次いでMindanao, Palawan, Negros, Samar, Pansy, Mindro, Leyte, Cebu, Masbate, Boholの11島が主要の島として数えられる。

気候は熱帯性気候に属し、年平均気温は、27℃、比較的涼しいのが12月から2月(平均最低気温21℃)、4月、5月が最も暑い(平均最高気温35.5℃)。降雨量は、島の大きさ、台風路、高度によって大きく異なる。(図2)

人口は4,183万人(1975年)、年増加率(2.6-3.0%)からのNEDA^註の推定によると、1979年で4,568万人、1984年には5,000万人を越すと云う。

住民の大半はマレー系民族である。1世紀以降、特に11-14世紀における大規模なマレー族の移住により、原住民であるアエタ族、ネグリート族、および紀元前に移住してきた海洋民族としてのインドネシア人、マジョー人等の先住民は高地に逃避させられた。その後、移住マレー人を中心として、先住民族、中国人、スペイン人等との混血を経て、現在のフィリピン人を形成している。

宗教は、83%がカソリック、10%がプロテスタント、7%が回教で、東南アジアでは唯一のキリスト教国である。

言語は87言語群にも及び、相互の意志の疎通に欠く。政府はマニラ地区のタガログ語を基本としたビリビノ語、および英語を公用語として認めている。スペイン語は現在ほとんど、使用されていない。ビリビノ語人口は1,500万人、英語人口は1,300万人と推定される。

フィリピンが世界史に登場するのは、1521年3月16日、マゼランが世界一周の途中、フィリピン群島のSamar島発見から始まる。マゼランのCebu島での客死後、1565年、レガスピ遠征隊により、スペインの植民地統治が開始されたが、それ以前のフィリピンは、定住民による統一政府は存在しなかった。スペイン統治は、米西戦争において、独立革命軍が米軍と協力し、戦勝をおさめた後、フィリピン第一共和国が発足した1898年1月までの約330年間続いた。しかし、翌年のパリ平和条約により2,000万ドルで米国に売却される事になったため、米国の統治下に入り、1935年の独立準備政府によるフィリピン連邦政府、1943年10月の大太平洋戦争時における日本軍によるラウレル政権等の曲折を経て、1946年、マヌエル、ロハス大統領のもとで、初めて完全独

註 NEDA: National Economic of Development Authority, (経済開発庁)

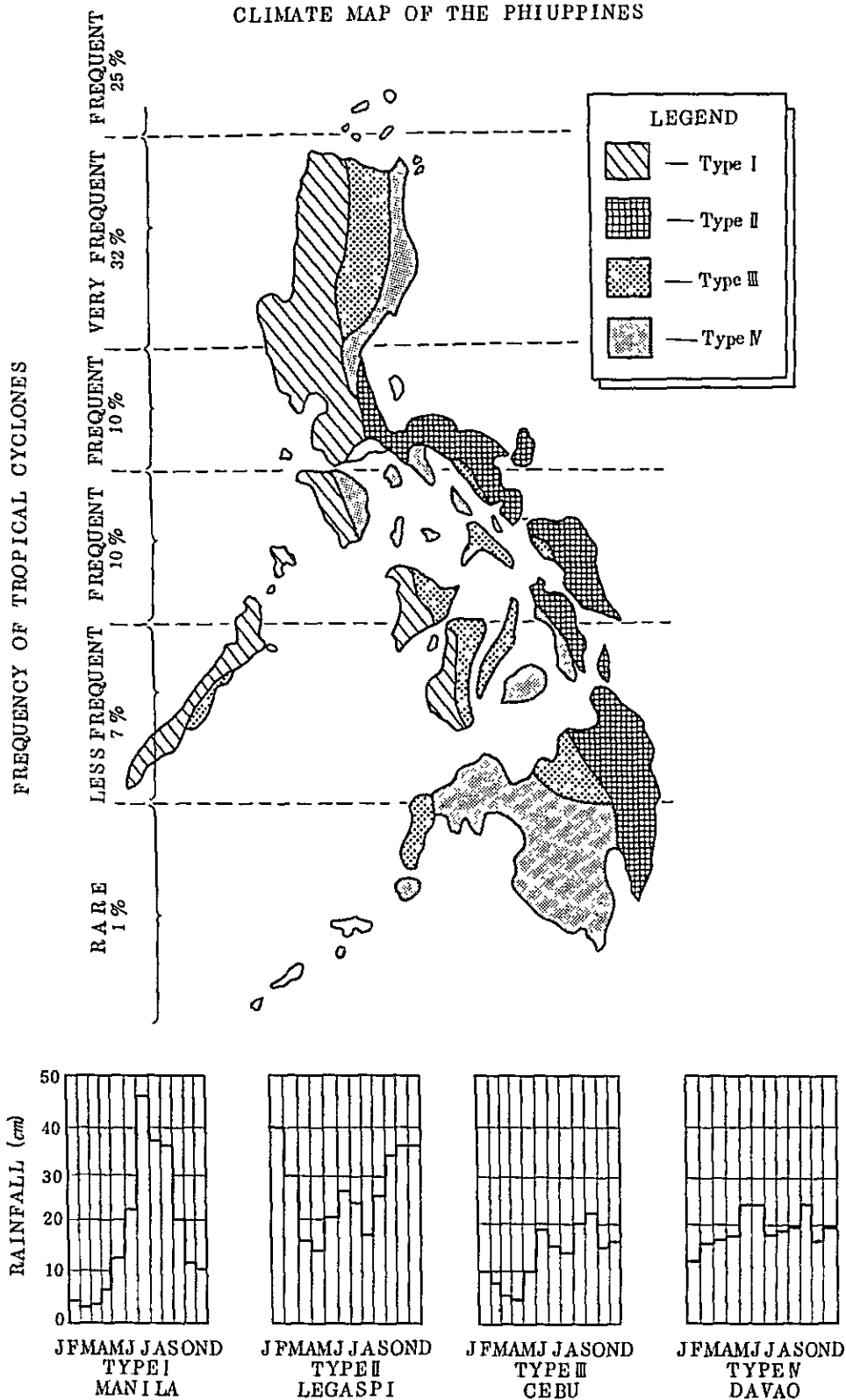
立を達成した。

政治形態は、1935年憲法において、米国式大統領制を採用していたが、その後、改憲論議が高まり、1969年改憲会議準備法が成立した。当時、大統領であったFerdinand E. Marcosは議員内閣制への転換によって、大統領の三選禁止規定の廃止をもくろみ、1972年9月、左右破壊分子から政府を防衛する事を名目に戒厳令を布告した。これによって、反マルコス派代議員を排除し、強引に彼による新憲法を確定させ、翌年1月批准成立を宣言した。73年新憲法では、それまでの二院制を廃し、一院制の国民議会を定めている。しかし、新憲法では、現職大統領が国民議会に対して、大統領、総理大臣の選挙を求めるまで、旧憲法での大統領の権限と、新憲法での大統領、総理の権限を行使するという、マルコス大統領に異例の強権を与える経過規定を含むため、国民が戒厳令の継続を希望しているとして、現在に至るまで、暫定国民議会も召集されていない。したがって現在、立法府は存在せず、大統領令、布告が法となっており、行政府もまだ議員内閣制に移行しておらず、現在は移行への過渡期と云えよう。



図1 フィリピン国地図

CLIMATE MAP OF THE PHILIPPINES



MONTHLY DISTRIBUTION OF RAINFALL

図2 フィリピンにおける降雨量

Ⅱ 東南アジア漁業開発センター養殖部局設立の経過と現状

第一回東南アジア開発閣僚会議（1966年4月、於東京）において、東南アジア地域の漁業開発を促進する機関設立の提案があり、種々の検討が加えられ、これに基づき、1967年12月28日、バンコックにおいて、日本、フィリピン、マレーシア、タイ、シンガポール、ベトナムの6ヶ国が設立協定に署名し、東南アジア漁業開発センターが政府間国際機関として正式に発足した。設立当初、期間は10年間としたが、加盟国間で延長の希望があり、1977年12月の第9回理事会において、継続が承認され現在に至っている。

現在、部局として、訓練（タイ国バクナム）、加工（シンガポール、チャンギ、当初は調査）、養殖（フィリピン、イロイロ）の3部局が、訓練部局に併設されている事務局の下に活動している。事務局は東南アジア漁業開発センターの最高機関である理事会を、補佐し、各部局を調整する機能を果たしている。

養殖部局は、3部局の中では最も開設が遅く、1968年の第3回閣僚会議で初めて、その設置を検討する案が採りあげられ、1971年第4回理事会において原則的に設立が決定され、1973年7月養殖部局は正式に発足した。

日本政府は1972-73年の間、3回にわたって調査団を派遣し、フィリピン、パナイ島、イロイロ市郊外ティグバワン町に、部局本部設立を勧告した。これに従いがい、1974年には、本部建物、研究棟、ふ化施設が完成し、1975年4月開所式が開催された。

ティグバワン本部の敷地は、50ha以上にも及び、その後の拡充で、現在は事務棟、実験棟、研究棟、図書館、寄宿舍、アパート、職員住宅、ゲストハウス、食堂、診療所、栄養研究棟（建築中）等が、熱帯の木々、緑の芝の敷地内に、近代的な容姿を現わし、背後の青い海との調和の中で、壮観を呈している。（図3）

イロイロ市をはさんで、本部とは反対側には、96haにも及ぶ養殖実験池が整然と並ぶレガネス支所、マニラ郊外のラグナ湖畔にはビナゴナン支所があり、それぞれ汽水養殖、淡水養殖に関する研究、調査を実施している。その他にも、パナイ島北部のバターン、ギマラス島、ネグロス島にも現場基地が設置され部局関係者は700人を越える。

養殖部局の目的は、熱帯地方における養殖技術を、調査研究、訓練普及する事であり、現在、汽水、淡水、海面の3部門に大別され、それらの下で、各プロジェクトによる研究調査、研修活動が進められている。

養殖部局は、その設立経過から、形式的には加盟国による地域国際機関であるが、フィリピン政府予算からの供出金の比率が大きく、また加盟国以外の国や組織からの援助も受け入れているため、業務推進にこれらの影響を大きく受け、現実には、その構成からみると、極めて複雑な内

情を伴っている。

日本政府は設立当初より、主たる拠出国として、専門家の派遣、機材供与、研修活動費の援助という形で参加し、その一環として、1974年1月より相次いで専門家が派遣され、同年6月までに筆者を含む6人が赴任した。

赴任当時は、本部建物等は工事中であったが、フィリピン国内の養殖業実態調査、ミンダナオ大学のふ化施設を借用してのウシエビ種苗生産等、日本人専門家を中心に、具体的に調査研究活動が開始された。日本人専門家は、その後の組織の想像以上の拡大化、および諸事情の変遷の中にあって、紛争にまきこまれる事なく、部局の研究方針の下で、一貫して研究調査、研修活動に従事し、着実に成果をあげつつあり、その実績は高く評価されている。

現在までに、11人の長期専門家と20人以上の短期専門家が入れ替わり赴任し、主として、えび類の生態調査、種苗生産、池中養殖の研究、技術開発、およびMilkfishの生態調査、種苗生産実験の分野で活動してきた。

特に、えび種苗生産は設立時より、その技術の確立は最大の課題であった。環境、種の異なる現地での技術開発は、日本の技術を直接応用する事は、不応適な要因が多く、日本のクルマエビ種苗生産技術を基礎に、暗中模索の中を、数々の修正、改良を加えながら、開発せざるを得なかった。現在、ようやく、熱帯域における種苗生産技術として、基本的な方式が確立でき、その技術は小型化して、民間レベルに普及されるまでに至っている。

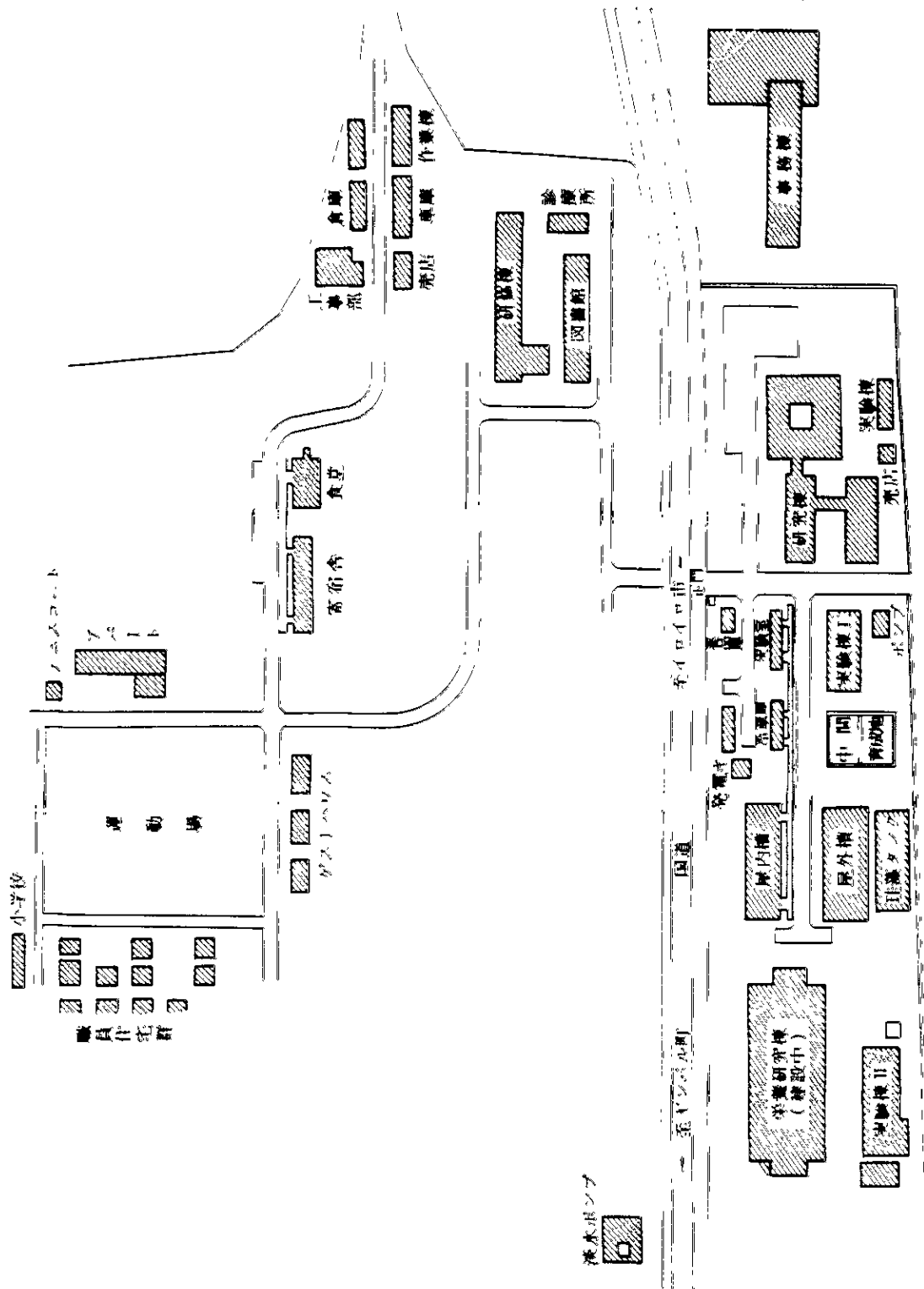


図3 養殖部局 配置図

Ⅲ フィリピンの漁業生産と水産養殖 —特に汽水池養殖の概要—

四方を海に囲まれ、群島からなりたっているフィリピンは、多くの内海と海峡を有し、豊かな漁場に恵まれている。海岸線は17,460 Kmにも及び、200 m迄の大陸棚面積184,600 Km²、Luzon島とMindanao島間は、瀬戸内海の数倍の面積に相当する多島海が広がる。群島内には、淡水、汽水地域6,070 Km²、59カ所に散らばる湖沼1,994 Km²が存在する。また汽水域に開発された養魚池は176万haにも及び、主としてMilkfish養殖に利用されている。これらから生産される水産物は住民の重要な動物蛋白源として供給されてきた。

フィリピンの漁業生産は、その生産形態により三つに大別される。すなわち、

(1) Commercial Fishing

企業の目的をもって7尋以深の海面において、3トン以上の漁船を使用して営む漁業。水産局の規制をうける。

(2) Municipal Fisheries

3トン以下の漁船を使用して営む漁業で、内水面のほか、沖合3マイル以内の沿岸水域を含み、沿岸地方自治体(Municipal)の規制をうける。

(3) Fish ponds

汽水域に開発された養魚池を利用した生産。詳細については後述。

水産局の統計(Fisheries statistics of the Philippines)によると、1977年度は、1,508,855トンの総漁獲量があり、内約半分の874,834トン(49.7%)がMunicipal Fisheriesから、次いで518,165トン(34.3%)がCommercial Fishing、115,756トン(7.7%)がFish pondsから漁獲されている。生産高は年々増加しているが、20年前と比較すると、総計で3.5倍、内訳はCommercial Fishing 4.6倍、Municipal Fisheries 3.4倍、Fishponds 2.0倍の生産増加となっている。

水産物の貿易は、1977年においては、輸出37,500トン、輸入38,500トンと、ほぼ均衡を保っている。輸入品目は99.9%が缶詰製品とフィッシュミールに占められる。輸出品目は、冷凍水産物が56%、貝殻およびその加工品20%、海藻類16%、その他、となっている。

フィリピンにおける水産養殖は、汽水養殖池を利用したMilkfish養殖に代表される。養殖水産物の8割以上がMilkfishであり、これ以外に海面を区画して行なっている貝類(カキ、イガイ)、海藻類(キリンサイ)、淡水池でのコイ類、テラピア等があるが、まだそれらの比率は低い。最近、脚光を浴びてきたものとして、やはり汽水養殖池を利用したエビ類、特にウシエビ(*Penaeus monodon*)養殖があげられる。

Milkfishが主体であるFishpondからの生産は総漁獲高の7.7%(1977年)にも及ぶ。日本の養

殖生産高は約 100 万トン (1977年) で総漁獲高の約一割, しかし 8 割近くはカキ, 海藻類に占められ, 魚類, エビ類の養殖生産高は全体の 2 % 弱である。やはり, フィリピンでの 7.7 % は注目に価するであろう。

フィリピンにおける汽水養殖池 (Brakish water pond) とは, 日本で一般に考えられる淡水と海水の混合している水域, すなわち, 池水の塩分含有量 (0.2 - 30 ‰, 一説には 17 ‰ 以下) によって区別されるのではなく, その立地条件による。したがって乾期には蒸発により, 40 ‰ 以上に上昇した池, 海水を直接導入している池も Brakish water pond と称する。

一般には, 海岸, 河口に沿ったマングローブ湿地帯を開墾し, 土で堤を築き, 潮差により池水の出入が可能ないように, 海, 河, 水路に面して水門が備けてある。

汽水養殖池を利用した Milkfish 養殖がいつ頃から始められたか定かでない。一般には, インドネシア地域で塩田作業から自然発生的に始まった養魚方法が, 14 - 15 世紀のマレー民族移住時に伝わったとされている。当初は, 高潮時に Milkfish の稚仔や他の魚類, エビ類の卵稚仔が同時に流入した後, 池内に封鎖し, 自然成育を待って収獲するという極めて, 簡単な方法であったが, 永い歴史の中で, 経験から種々の工夫, 改良を加えて, 今日の養殖法が形成されていったのであろう。

Milkfish の名前の由来は, 銀白色に輝く, その体色からくる。フィリピン名バゴス (Bangus), 日本では台湾名サバヒー (虱目魚) の名が一般的である。学名 *Chanos chanos* (Forsk.) 一科一属一種である。40 cm 前後 (300 - 500 g) が一般的商品サイズである。すべて Fish pond から生産され, 天然の海では, このサイズは, ほとんど見られない。自身の淡白な味で, フィリピン, 台湾, インドネシアで好んで食される。成体はサバロ (Sabalo) と呼ばれ 1 m, 10 kg 以上に達し, 体色を除けば外観はブリに似る。

現在のフィリピンにおける Milkfish 養殖の概略を以下に述べてみたい。

種苗は, 海岸および河口付近にて, 三角網等の簡易な漁具を使用して採捕される。地域によりシーズンが異なり, Panay 島では, 3 月 - 6 月, 9 月 - 12 月が採捕シーズンで, 午前中の高潮時, 特に新月, 満月の大潮時に多獲される。採捕された天然種苗は専用業者により, 中間育成, 抑制飼育され, Fingerlings^{註)} まで飼育して販売されるが, 自己の養殖池内を区切って中間育成池に使用して, Fingerlings を自己生産している養殖業者も少ない。

養殖池は一区画が 1,000 ha 以上に及ぶ広大なものもあるが, これらは特殊で, 通常は 1 - 15 ha 位であり, 一経営体が 100 ha 以上に及ぶ。マングローブの湿地帯を開発した池が多く, 粘土質であり, ブロック状に切りとられた土塊を人力で積みあげ堤を築く。よく整備された養殖池では, 河, 海に面して水門が備えてある水路に沿って, 池が並び, 各池に水門が備えてあり, 潮汐差に

註) Fingerlings : 生物学的根拠はないが, 業者間では一般的に 3 - 4 cm の稚魚サイズを指す。

より、池水の調整が容易になっている。

養殖方法は大きく分けて4つに分類される。

(1) Lumut method

これは1960年以前、池水の塩分の比較的低い池で一般に普及していた方法である。Lumutと呼ぶ線維状の緑藻類を池内に移植し、農業用肥料を散布して繁殖させ、種苗を放養する。水深は40-60cmである。1,000-1,500/haのfingerlingを放養し、年2回の収穫で500-600kg/ha/yearの生産をあげている。

(2) Lab-Lab method

20年前、台湾より導入された技術で、現在進んだ方法として、一般に普及している。主として有機肥料によりLab-Labと呼ばれるラン藻類を主体とした、珪藻、微小動物プランクトン、ペントス等の集生物群を池底に繁殖せしめる。Lumutより栄養価が高く、通常、2,000-3,000 fingerlings/haを放養するが、生産性の高い池では、1,500-2,000kg/ha/yearの収穫が期待でき、通常は600-1,000kgである。

(3) Lab-Lab methodの改良型

放養後、成長の早い2-4カ月の抑制種苗を使用する。成長に応じて池の大きさをかえ、放養密度が低くなるようにする。10,000尾のFingerlingsをあらかじめLab-Labを繁殖させた1ha, 2ha, 4haの池に順次移して行きながら、各一カ月間飼育する。この方法だと年6-8回の池の回転が可能であり、3-4カ月で、3-4尾/kgの大きさに成長する事ができる。死亡率は通常10%である。

(4) ウシエビとの混養

Lab-Lab methodに加えて、500-1,000尾のウシエビ種苗を放養し、3-4カ月飼育する。害魚駆除、石灰散布等の技術も普及しており、フィリピンにおけるMilkfishの平均生産高は650kg/ha/yearとされ、生産性の低い池で300-400kg、良く管理されている池では800-1,000kg、最も進歩した池として2-3トン/ha/yearの生産をあげている池もある。

Milkfishは塩分濃度の許容範囲が大きく、比較的悪条件にも耐え、成長が早く、容易に種苗が天然で捕獲できると云う、極めて養殖に好都合な魚である。豊富な太陽エネルギーと、熱帯地方の特性を合理的に利用した養殖形態は、日本では想像出来ないぐらい恵まれている。

現在、フィリピンには、176,000haの開発された汽水養殖池が既存する。内85,000haは個人の所有池であり、91,000haは国有地を借用している。水産局の統計によると、まだ、淡水125,963ha、マングローブ249,139haの湿地帯が、養殖池への開発可能潜在地として存在すると云う。無暗な乱開発は環境保全の立場から問題はあるが、こうした広大な潜在用地の存在、養殖環境に恵まれた熱帯性気候を考え合せると、フィリピンにおける養殖業は、将来への無限の可能性を秘めていると云わねばならないであろう。

N フィリピンにおけるエビ養殖産業の背景と現状

1977年のFAO統計によると、全世界のエビ漁獲量 1,446,188 トンの約 1.7% にあたる 24,984 トンがフィリピンから生産されている。また B. O. Kaanrino (1979) は前述した生産形態別に、Commercial Fishing の 3%, Municipal Fisheries の 4%, Fish ponds の 10% がエビ漁獲量であり、過去 10 年間、平均 6.93% の年増加率であったという。

Fisheries statistic of the philippines in 1977 から Prawn, Shrimp を捨い出してみると、その呼称は統一されておらず、何の種類を指すかは極めて曖昧である。一般的にはエビの Prawn, Shrimp の使いわけは、英国圏（ヨーロッパ）では Shrimp, 米国圏（フィリピンを含む）は Prawn が使用されており、イセエビ類は Lobster として、区別されている。種類の呼称は、地域によって異なるが、フィリピンで一般的に使用されている代表種の名を整理してみると、次の様になる。

学 名	現 地 名	英 名 (一般名)	日 本 名
<i>Penaeus monodon</i>	Sugpo (Tagalog) Iukon (Ilongo) Pansat (Cebuano) Padow (Ilocano)	Jumbo Tiger Prawn (Black tiger) 養殖池	ウンエビ
<i>P. semisulcatus</i>	Bulik	green tiger prawn (flower)	クマエビ アジアカ
<i>P. merguensis</i> <i>P. indicus</i>	hipon puti (Tagalog) Putian (Ilongo) pasayan (Ilocano)	banana shrimp (white)	インドエビ ショウナンエビ
<i>P. latisulcatus</i>	Bulik	blue leg tiger prawn	フトミゾエビ
<i>P. japonicus</i>	Bulik	Japanese tiger prawn	クルマエビ
<i>Metapenseus ensis</i>	Suahi, Suahe (Tagalog) Pasagan (Ilongo, cebuano, Ilocano)	(brawn)	ヨシエビ

フィリピンにおけるエビ類の輸入量は 1967-1970 は年間 80 トン以下、1971 年以降は年間 0.5 トンにも満たない。しかし輸出量は 1960 年代後半、年間 100-200 トンに過ぎなかったのが、1971 年から突然 1,000 トンを越え、1977 年には約 2,500 トンを輸出し、全水産物輸出額の、29% にあたる 1 億 1,400 万ペソの外貨を得る、重要輸出品目に成長してきた。

表 1 は 1971 年以降のエビ輸出の推移、および主要輸出国を示したものである。

表1 エビ類輸出高の年次別動向と主要輸出国

年次	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
総輸出量(トン)	1,472	2,227	3,143	1,731	1,672	2,159	2,597
総輸出額(百万円)	20.8	37.0	60.8	36.2	51.0	93.0	114.0
日本	1,224	1,537	2,483	1,206	1,109	1,765	2,165
米国	139	306	569	466	493	267	159
カナダ	48	88	32	10	15	40	17
香港	11	—	36	93	2	43	5

資料：Fisheries statistics of the Philippines, 1971-1977.

また、大蔵省通関統計資料(日本)によると、1979年には3,701トンの冷凍エビがフィリピンから対日輸出されたとしている。

1960年代のエビ輸出は塩蔵および鮮魚が、主体であったが、1961年の日本でのエビ自由化以降、冷凍施設の導入と共に飛躍的に輸出が伸び、現在は99.9%が冷凍エビであり、その8割以上が日本向けに輸出されている。このため、輸出エビの価格は、日本での市場の事情に大きく影響される。特にウシエビは日本市場での需要拡大とともに価格上昇が顕著であり、フィリピン国内の小売価格に直接影響を及ぼしてきた。

表2はウシエビの1971年から1977年までの年間平均小売価格の推移である。

表2 P.monodonの価格の変動(1971-1977)

年次	単位：ペソ/kg						
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
平均価格	14.66	19.17	23.17	27.57	30.18	39.43	42.26

資料：Department of Economic Research, Bank of the Philippines

ウシエビの価格は非常に流動的である。1978年後半には、1kg 80ペソ以上という異常値を示しピークに達した。しかし、1979年の円暴落と共に、これらの原価が日本国内の販売面に影響し、日本での輸入冷凍エビは在庫過多に落ち込んだ。その結果は直接フィリピン国内の市場に影響し、現在(1980年5月)は40ペソ前後となっている。

フィリピンの代表的な水産物卸市場であるDivisoria Marketでのウシエビの1978年2月から1979年1月までの月間変動を次に示す。

こうした、ウシエビの高騰は養殖池利用の経済効率から、Milkfish養殖の数倍の値に達するウシエビを、前述のMilkfish用汽水養殖池を利用して積極的に養成を試みる養殖業者を、必然的に

年 月	1978											1979
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
価 安値	38	42	48	49	49	54	57	59	65	65	60	60
格 単												
ベツ / kg 高値	45	47	49	54	54	58	61	66	85	86	67	70

(サイズ : 50-100g)

出現させ、同時にウシエビの生産を急激に増加させてきた。従来、輸出冷凍エビは天然からの、*P. merguensis*, *P. indicus*, *P. semisulcatus*, *P. monodon*, *P. latisulcatus* 等が主体であったが、現在は、鮮度のよい養殖された *P. monodon* が最重要品目になりつつあるがその比率は大巾に延びている。この傾向はフィリピンだけでなく、インドネシア、インド等の他のアジア諸国間でも一般的な現象としてみられる。

従来、フィリピンにおいて、養殖エビの生産は Milkfish 養殖池において、水門開門時に、海水とともにエビの幼生が浸入し、池の中で自然成育したものが、Milkfish の副産物として二次的に生産されるという形で存在した。こうした養殖池でのエビ生産の経験が、ウシエビ高騰の中にあつて、汽水養殖池での主要生産物を Milkfish から、ウシエビに比較的、容易に転換させる事が可能であったと云えよう。現在フィリピンにおける養殖ウシエビ生産に関する正確な統計はない。ある輸出業者の極めて個人的な推定によると、養殖池からのウシエビの冷凍輸出は、おそらく年間 1,000 トンを下らないだろうと云う。

ウシエビの養殖池からの生産形態は、3つに大別される。すなわち、

(1) 伝統型

前述したように、池内に流入したエビ幼生が Milkfish の二次生産物として生産される。この場合、エビとは *M. ensis*, および *P. indicus*, *P. merguensis* が主体で、若干の *P. monodon*, *P. semisulcatus* が含まれる。特にエビ養殖のための工夫は考慮しない。生産性は池の立地条件により異なり、一般には 50-200 kg/ha/year である。

(2) Milkfish との混養

Milkfish との混養によるウシエビ生産は、1950年代に既に存在した。当時は 10-20% のウシエビ種苗を放養した Milkfish を主体とした混養であったが、最近では、その放養比率が逆転している例が多い。池の構造、立地環境によって放養比率及び生産は異なるが、最も一般的には、1回の養成に ha 当り 3,000-6,000 尾のウシエビ種苗と 300-2,000 尾の Milkfish 種苗を放養し、4-6 カ月飼育して、年 2 回の収穫で 200-500 kg/ha/year のウシエビ生産をあげている。池の乾燥、石灰散布、施肥、害魚駆除等、基本的には Milkfish 養殖と同じである。種苗は普通は直接放養されるが、一部中間育成を試みる業者もいる。通常は無投餌で、投餌を実施している業者は稀である。管理の良い池は 70-80% 以上の生残率を示すが、通常は 50% 前後である。

出荷サイズは 30-80 g である。

(3) ウシエビ単一養殖

水深が深く、水管理が容易な、エビ養殖用に改造した池を使用するが、まだ一般には少ない。放養密度の高い池は投餌する。通気装置を備え、中間育成種苗を使用し、集約化された高度の技術が、一部の進歩的な養殖業者によって実施されており、5尾/m²の密度で、4カ月間飼育し、haあたり1トンを生産した業者もある。年2-3回の回転で5-10尾/m²の密度で、年3トン以上の生産が期待できるという。ウシエビ養殖技術の発達している、台湾では7.5-10トン/ha/yearの生産をあげた実績がある。(Liao 1977)

表3は1979年7月現在におけるPanay島、およびNegros島西部における、ウシエビおよびMilkfish養殖の汽水養殖池での利用状況と業者数を示す。

表3 水産局第6区行政区における汽水養殖池での利用状況
および業者数(1979. 7. 25)

県	P. monodon Milkfish混養		P. monodon 単一養殖		milkfish 単一養殖		計	
	業者数	池面積 (ha)	業者数	池面積 (ha)	業者数	池面積 (ha)	業者数	面積 (ha)
Aklan	324	3,000	30	150	290	5,155	644	8,305
Antique	36	180	-	-	55	257	91	437
Capiz	350	4,500	50	700	229	7,533	629	12,733
Iloilo	174	3,000	29	650	377	10,770	580	14,421
Negros Occ.	46	4,320	9	500	100	11,772	155	16,592
計	930	15,000	118	2,000	1,051	35,488	2,099	52,488

資料:BFAR Regional office IV

汽水養殖池の約1/3が、現在では、混養を含むウシエビ養殖に利用され、約半分の業者がエビ養殖に関係している。以前は皆無であったウシエビ単一養殖が2,000haにも及んでいる。価格の急騰、Milkfish養殖池での従来のエビ養殖の経験が広大な汽水養殖池の存在と、極めて有機的に結びつき、こうしたウシエビ養殖の発展を形成したものであろう。

しかし、養殖技術の現状は業者間にかなりの格差がみられ、生産は必ずしも充分とは云えない。多くはMilkfish養殖の域を出ていない。全般的には、従来からのMilkfish用汽水養殖池をそのまま利用しており、Milkfishとの混養が主体である。このためエビ養殖に不適應な点も多い。例えば、Milkfishは施肥をし、太陽光線を最大限利用し、池底に天然餌料を繁殖させるため、浅い池が要求され、乾期には高温、高鹹となり水質が不安定である。もともと海産エビでありながら、低鹹を好み、低鹹中での生長が早く、高い生産性を示すウシエビには不適當である。こうした不

合理を改良し、エビ養殖に適した池の構造、餌の問題等の研究が今後の課題である。この場合、やはり熱帯地方の特性を充分活用したMilkfish 養殖の合理性も考慮されるべきであろう。SEAFDEC ではこれらの研究、技術開発が進められており、現状のエビ養殖産業の中で、いかに生産を高め ていくかに努力がはらわれている。

さらにつけ加えて、エビ養殖に不可欠な、種苗の確保も、将来のエビ養殖業の発展の過程にお いて、重要な要素となってくるであろう。

現在、エビ養殖に使用されている養殖用種苗は大別して3つのタイプに分けられる。

(1) 伝統的種苗

前述したように、潮汐による海水導入時に水門より池内に自然流入するエビ幼生。

(2) 天然種苗

Milkfish の種苗採捕に付随して混獲されていたエビ種苗が、需要拡大とともに、積極的にエ ビ種苗を採捕する漁民を増加させてきた。この場合、採捕方法はMilkfish の場合と同様か若干 の改良を加えた Sagap, Sapud, Bludozer と呼ばれる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。体長は通常1 cm前後である (P15-P20)。この場合のエビ種 苗とはウシエビに限る。採捕は潮汐に大きく影響され、Milkfish と同様、大潮の高潮時に多獲 される。

また、ウシエビ種苗の物に付着する習性を利用した方法がある。これは Bon-Bon, Papung Pong と呼ばれる漁具を使用し、前者は水草あるいはヤシの葉、ヤシの実の繊維、小枝等を束 にし、間隔をあけてロープに結び水中に張る。後者は束を一本の竹にむすび独立して水底に設 置する。それぞれ束に付着した種苗をふるいとる。いわゆる日本の柴漬漁法に似る。一般には、 河口域、水路にて実施され、サイズは三角網で採捕される種苗よりも大型であり通常1-2 cm である (P25-35)。

これらのウシエビ種苗は、年間を通して出現するが、ピークは地域により異なる。種苗の 値段は非常に流動的であり、採捕シーズンおよび養殖業者の需要に大きく影響される。正確な 統計はないが、Panay 島の養殖業者のインタビューによると、Panay 島は12-1月が採捕の ピークであり、4、5月が最も集まりにくく価格もこれに比例して変動する。以下は1978年6 月から1979年5月までのPanay 島のウシエビ種苗価格の月間変動である。

月	1978							1979					
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	平均
価格 / 100尾	18	17	16	15	13	12	10	9	15	20	30	32	17

注 P15 とはポストラバに変態して15日目の幼生、数字は日数を表わす。

ウシエビ種苗の流通機構は milkfish の場合と同じである。すなわち、毎年地方自治体 (Municipality) により実施される入札会により、Municipality で調整された水域の採捕権利を得た Concessionaire は複数の中間業者 (Middle Man) を介して、それぞれの漁民に採捕資金の援助をしながら、採捕された種苗を再び中間業者を通じて購入し、あらかじめ予約している養殖業者に直接販売する。ウシエビ種苗の場合、中間育成、抑制飼育の専用業者は、まだ存在しない。

(3) 人工種苗

Hatchery において人為的に生産されるウシエビ種苗。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将来のエビ養殖業発展の重要な要因となっている。

10年前、既に Batangas 県 Calatagan, Quezon 県 Guinyangan, Misamis Occidental 県 clarin, Capi 県 Roxas city では、民間業者による、人工種苗生産が試みられたが、いずれも、技術不足、親エビ確保等の問題で失敗に終わっている。

Mindanao 島、Misamis Oriental 県 naawan にある Mindanao state 大学、臨海実験場で、1970年、フィリピンでは始めてウシエビ種苗生産実験が成功した。その後、SEAFDEC 養殖部局は設立と同時に技術開発を進め、種々の紆余曲折を経て、一応の基本的な大量種苗生産技術は開発された。SEAFDEC では技術開発において生産された種苗を、民間業者に供給すると同時に研修を通じて民間への技術移行を実施してきた。現在ではその技術が民間に利用されやすいように小型化されて、普及されつつある。既に7カ所の民間 Hatchery が Panay 島、および、Negros 島に存在し、計画中の Hatchery も少ない。

日本の種苗生産が放流事業を主目的としているのと比較して、フィリピンでは生産種苗を直接池養殖に活用出来る事は、日本との大きな違いである。現実には、人工種苗を使用した養殖は、フィリピン全般をみると、まだまだ限られているが、将来、エビ養殖が発展していく中で、天然種苗の確保が深刻な問題となるのは明確な事実であろう。

ウシエビの種苗生産について

V 親 エ ビ

ウシエビ (*P. monodon*) の種苗生産を円滑に運営していく上で、まず第一に、親エビの安定した供給は不可欠である。活エビで出荷する日本でのクルマエビ (*P. japonicus*) の場合、その季節に適当な場所や産地を探せば、比較的容易に熟卵をもった天然の雌エビは確保できる。しかし、年間をとおして産卵し、分散して棲息するウシエビの場合、限られた時間内に、まとまった数の親エビを確保する事は容易ではない。SEAFDEC のウシエビ種苗生産技術開発における親エビの確保、種苗生産への供試は、技術開発の過程において、より合理的な方法が開発され、利用方法も逐時その形を変えてきた。当初、親エビの入手は、天然で漁獲された雌エビの中から盛熟した卵を持った親エビを選択し、輸送後、直接種苗生産タンク内での産卵に供試した。その後、親エビ養成実験の成功と共に、天然親エビにかわり、養成親エビが供試され、産卵ふ化後の Nauplius が輸送され、生産タンクでの利用方法も変遷してきた。

1 親エビの選定

親エビを選別する際は、背面より卵巣をすかして、肉眼でその形状、色から熟度を観察するが、ウシエビは甲皮が厚いため、通常は夜間、あるいは暗所にて、腹部より光をあてて判定する。卵巣の熟度は下記のように分類される。(図4を参照)

Stage I	未 熟	半透明、無色素、細い。
Stage II	やや熟	やや不透明、表面は黒色素が散在、前部、中間部はやや太い。
Stage III	熟	黄緑色、前部、中間部は太い。
Stage IV	成 熟	暗緑色、ほぼ体の全長にわたって充満する。 輪郭が明瞭で前部は肩が張る。
Stage V	放 卵	Stage I と区別しにくい。検鏡すると大量の栄養細胞があるので識別できる。

親エビの選定には、Stage III, IV の内、無傷で活力旺盛なものを選ぶ。

2 天然親エビ

(1) ウシエビの形態的特徴

ウシエビの親を確保するにあたって、ウシエビの特徴を、まず知らなければならない。

ウシエビは東南アジア域において、クルマエビ類 (*Penaeidea*) の仲間では最大の個体で、頭胸甲長 8.2 cm、体重 240 g にも達する。甲殻はなめらかで、頭胸甲 (*carapace*) には良く

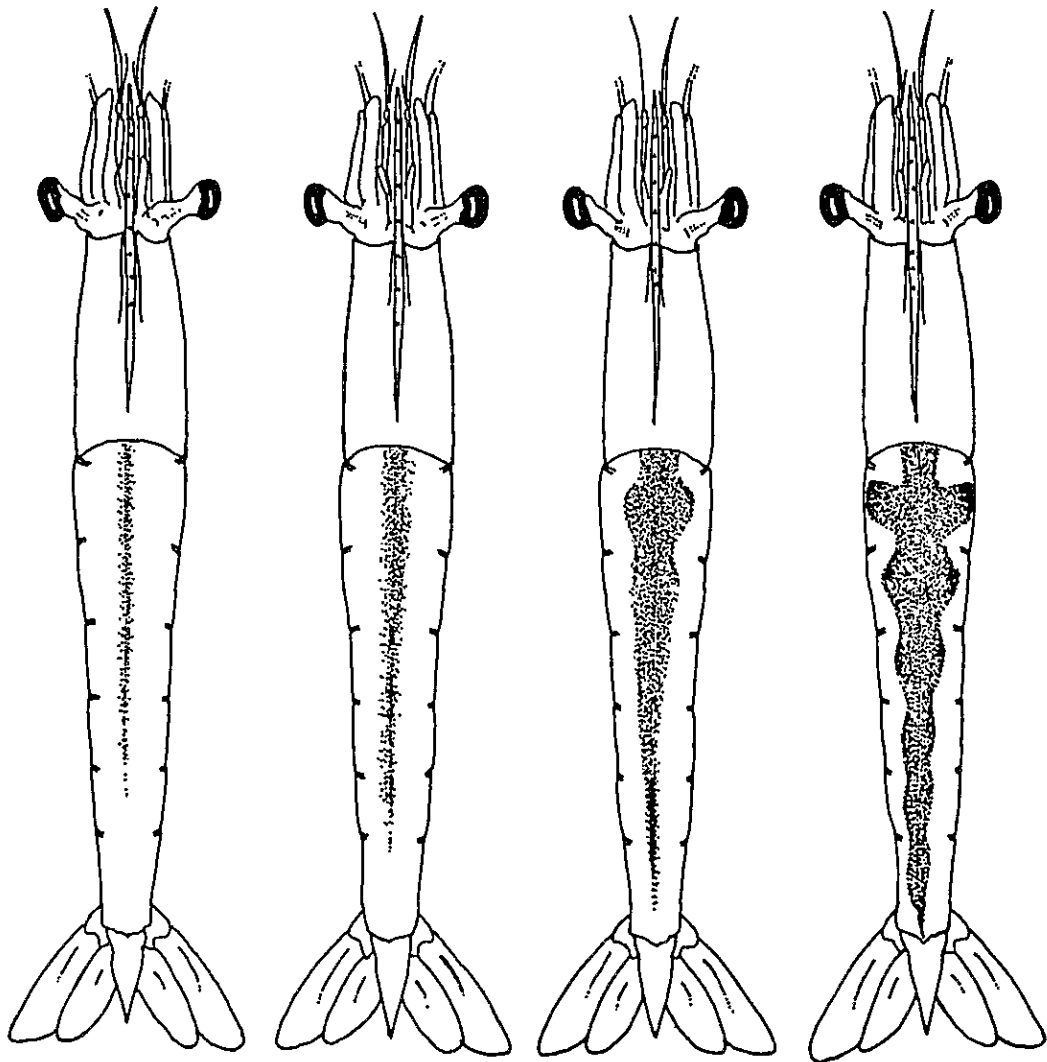


図4 卵巢の熟度

発達した肝上棘(Hepatic spine)と触角上棘(Antenal spine)を具える。額角は心持ちS字型に湾曲しており、上縁に6-8(通常7)、下縁に通常2-4(通常3)棘を具える。第5胸脚は外肢を有しない。Giant tiger prawnと称されるように、腹部には幅の広い縞模様様が横に走っている。生時体は、沖合で漁獲されるものは赤褐色であるが、養殖池等の浅い汽水域のものは黒灰色か黒褐色である。日本、台湾から、インド、南アフリカ、オーストラリアにかけてのインド洋、西太平洋に広く分布する。

P. semisulcatus (クマエビ)と似ているので、親エビ確保の際、間違えて集められる事があるので、両種の違いを下記に示す。

	P. monodon	P. semisulcatus
体色	ややくすんだ赤褐色（天然） 黒灰色，黒褐色（養殖池）	鮮やかな赤色
第2触角の鞭状部（アンテナ）	甲長3 cm以下では，だんだらの縞の横帯があるが，成長と同時に消失。 成体は茶褐色である。	赤白のだんだらの横帯がみられる。
腹肢（遊泳肢）	ややくすんだ赤褐色	鮮やかな赤色
額角	心持ちS字形に湾曲	やや湾曲（ほとんどまっすぐ）
第5胸脚	外肢を有しない	外肢を有する
肝峰 (Hepatic carrina)	水平でまっすぐ	20°に傾斜している。

(2) 漁場とその漁獲方法

天然親エビは主としてNegros島 Himamaylan, およびPanay島 北部Batan Bay の2カ所を基地として集められた。(図5)

(i) Himamaylan 地先沿岸

沿岸一帯は泥状の砂海岸で遠浅である。昔からエビ漁場として知られ，1970年代に入り，Baby trawler と呼ばれる小型底曳船が普及し，この地域だけで約200艘がエビ漁業を対象に操業している。Baby trawler は長さ33-40フィート，両舷にバランスをとるため，竹製のOut Rigger をもつ木製の小舟に，16馬力のガソリンエンジンを備える。漁具は拡網板（オッターボード），沈子，浮子，綱からなり，綱口10 cm，綱の長さ約20 m，約2ノットの速度で，20-40 mの水深線に沿って，3-4時間曳航する。通常は夕方2人乗り込み，一人はボートを操作し，一人は仮眠しながら，一晚3-4回操業する。あらかじめ，ボート主に親エビ集めの協力を要請し，ポリバケツおよび電池式通気パイプレーターを渡してあり，揚網後の船上での漁獲物選別時に成熟した雌エビは，ポリバケツ内に分離してもらう。翌早朝，基地よりスピードボートでBaby trawler 間を集めてまわる。親エビは周年漁獲される。

(ii) Batan bay

Batan 湾は外洋に接している湾口が1,400mしかないが，その水深は9-13 mと深く，地形的にユニークな形状をなし，湾内は干潮時で水深が5 m以下，総面積2,450 ha の湾内の沿岸線は8割以上，マングローブ湿地帯となっている。湾内はエビを中心とする海産動物が豊富で，潮汐と共に湾内に流出入する成エビは，湾内の口部に近い部分に集約され，水道に沿って連続的に設置されている fish corral で漁獲される。現在，湾内には230の

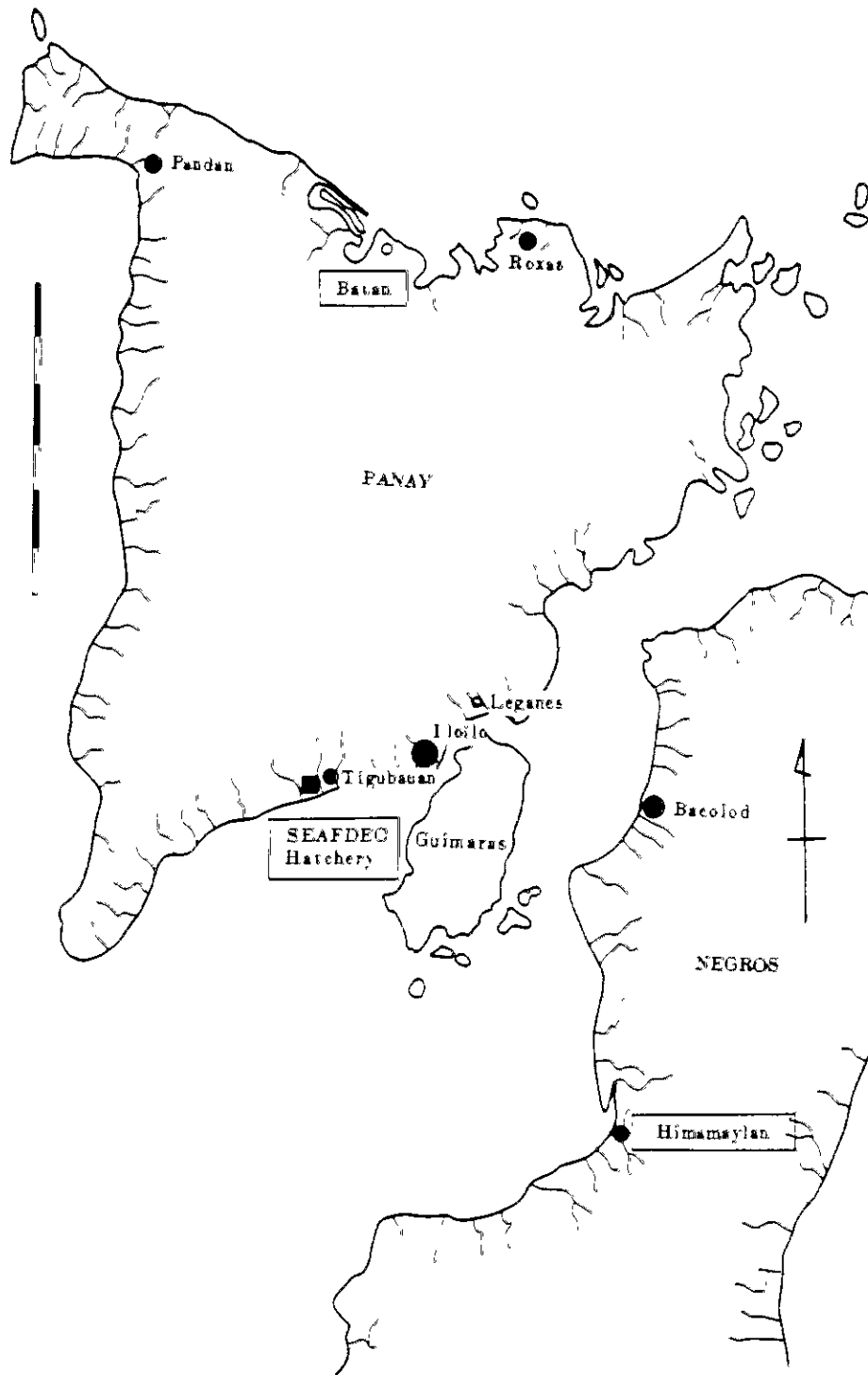


图5 天然親エビ漁場位置

fish corral が設置されている。fish corral は Baklad と呼ばれ、網のかわりに竹、樹皮などを材料にして、柵をつくる。日本の魎(エリ)によく似た形状で(図6)、種々の形があるが基本的には、垣網部と囲網部からなり、魚を奥へさそい込んで、囲網の奥の魚捕部で漁獲する。Botan 湾のそれは魚捕部が竹のカゴになっており、干潮時に取りはずして漁獲できるようになっている。潮差の大きい大潮時に多獲される。漁獲時、基地より fish corral 間をまわり、漁獲物の中から成熟した雌エビを集める。親エビは周年補獲されるが、通常、12月-1月の北東の季節風の強い時には fish corral は設置されない。

(3) 両漁場の比較

1976年末までに種苗生産に供試した親エビは、両漁場を主体として、すべて天然で漁獲されたものである。表4は1976年5月-11月までに Himamaylan, Batan Bay で漁獲された天然親エビの中から任意に抽出した各26個体の体重-体長の関係を示す。Himamaylan 漁場の方が多少大型であるが、顕著な個体差はみられない。

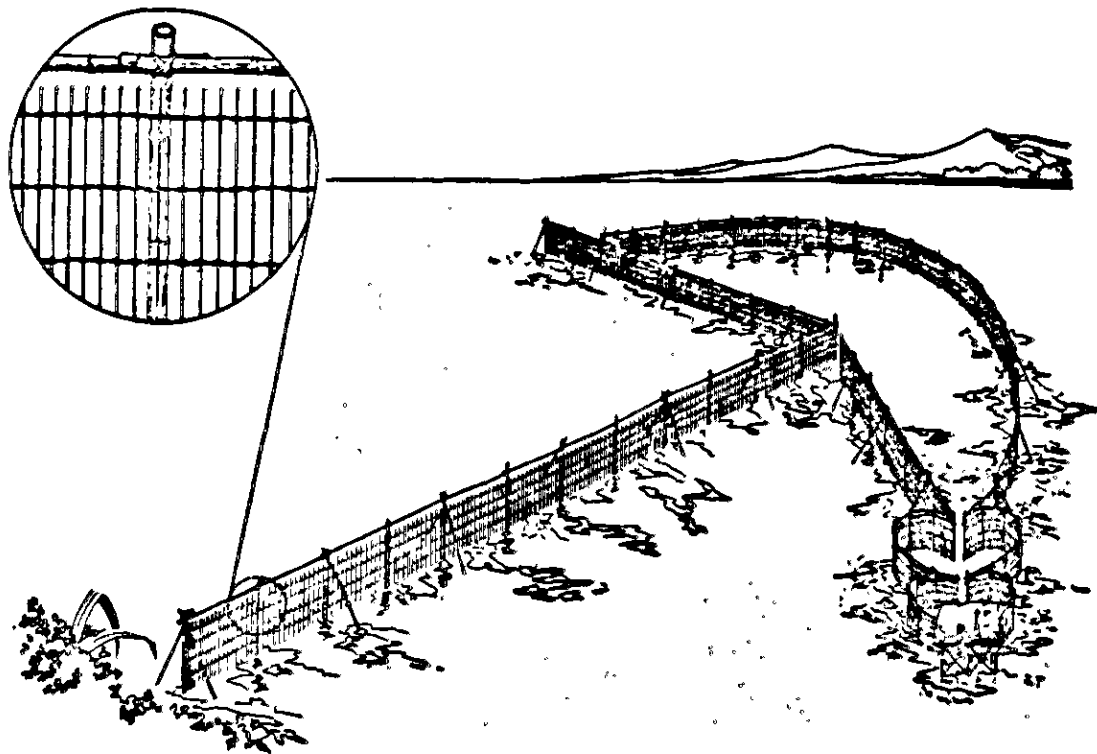


図6 フィッシュ コーラル
(A. F. Umali, Guide to the Classification of
fishul Gear in the Pippines による)

表 4 漁場別による天然親エビの差

漁 場	体重体長の関係	平均体重	平均体長
Himamaylan	$W = 2.24 \times 10^{-5} \quad \left \quad 2.926\right.$	138.4 g	208.5 mm
Batan Bay	$W = 6.163 \times 10^{-6} \quad \left \quad 3.168\right.$	130.8 g	205.1 mm

1976年中に漁獲された天然親エビ300個体の体重体長組成図を図7に示す。また熟度別による比率構成も両漁場間で顕著な差はみられない。(表5)

表 5 漁場別親エビ熟度の比較

(1976年1月-6月)

漁 場	総 数	Stage IV	Stage III	others ※
Himamaylan	442	39.1%	31.7%	29.2%
Batan Bay	426	39.2%	22.1%	38.7%
その他 ※※	18	16.7%	11.1%	72.2%

※ Stage I, II, V.

※※ 種苗生産タンク近郊で漁獲されたもの。

1976年一年間に漁獲された天然親エビ数は、Batan Bay, Himamaylanは、ほぼ同数であった。しかし図8, 9が示すように fish corral による Batan Bay の漁獲は、新月、満月前後の大潮時に集中され、一度に10匹以上を必要とする大型タンクを使用しての種苗生産には好都合であった。また trawl による漁獲方法に比較して損傷が少なく、活力の旺盛な親エビを集める事が容易であった。Himamaylan は Batan Bay に比較して遠距離である事、運搬途中、船に積みかえる必要があり、現実には、hydro tank (親エビ輸送の項参照) の使用が不可能である等の不利な条件があった。1977年以降、Baby trawler は法律上の規制を受けるようになり、漁獲が困難になった事もあり、その後は、Himamaylan の親エビ集荷基地はその機能を停止し、Batan Bay が天然親エビの唯一の供給源となった。

3 親エビの養成

天然親エビにたよる種苗生産は、ウシエビの場合、その親エビ確保に極めて不確実な要素を含んでいる。安定した親エビの確保、経済性、計画生産への可能性、将来の業者間の競争等々の観点から、より合理的な親エビの確保として、親エビの人為的生産への可能性が検討された。

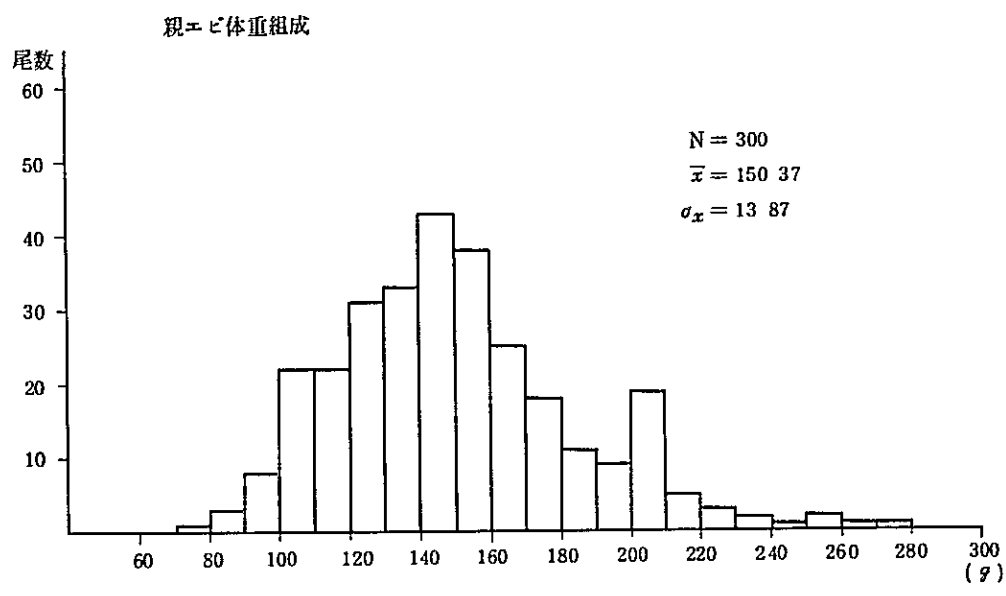
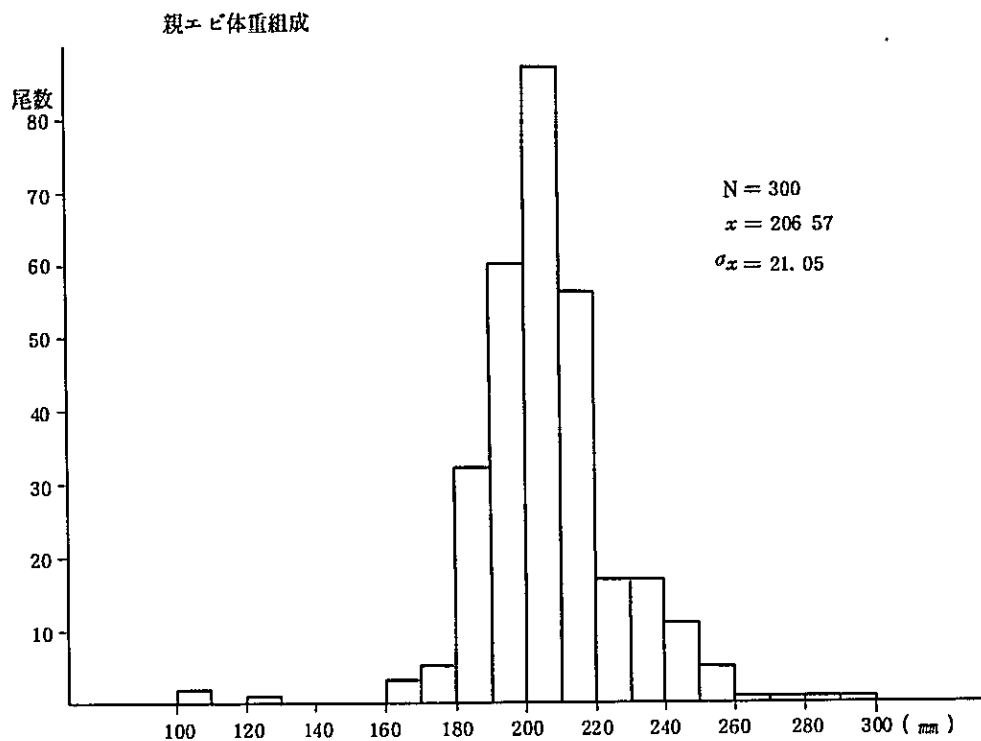


図7 天然親エビ 体重 体長組成

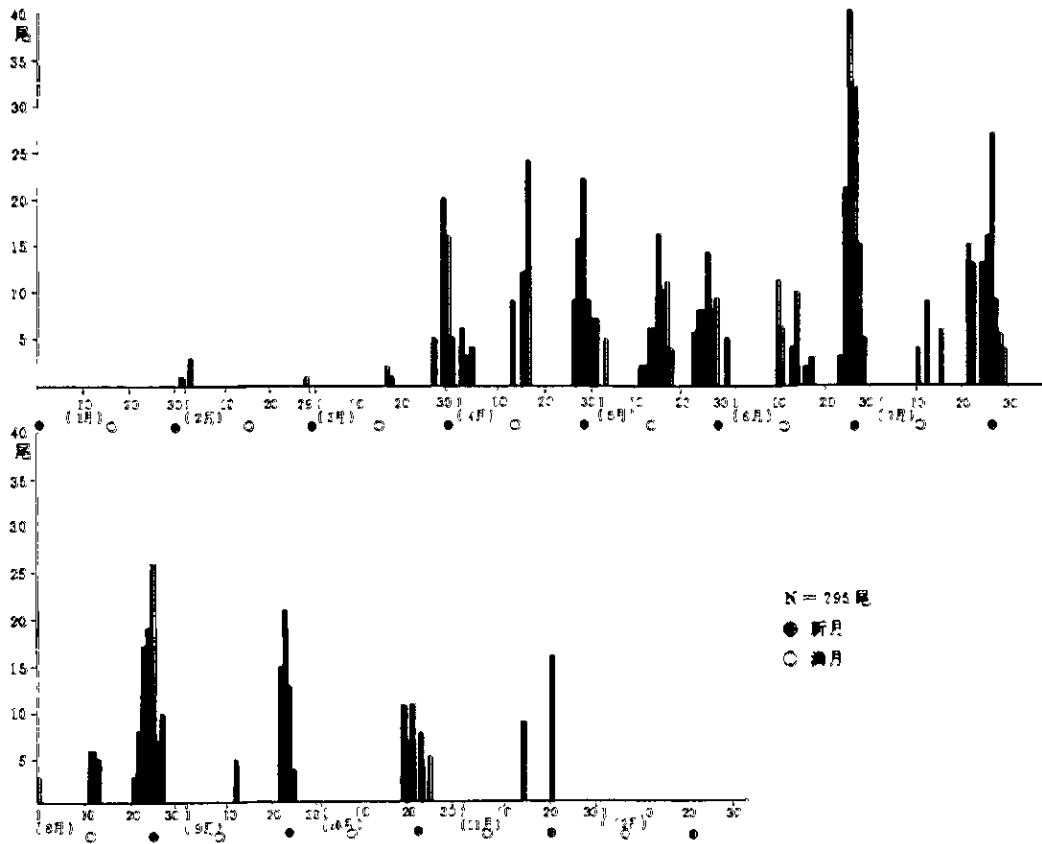


図8 Batan Bay からの親エビ供給数(1976年)

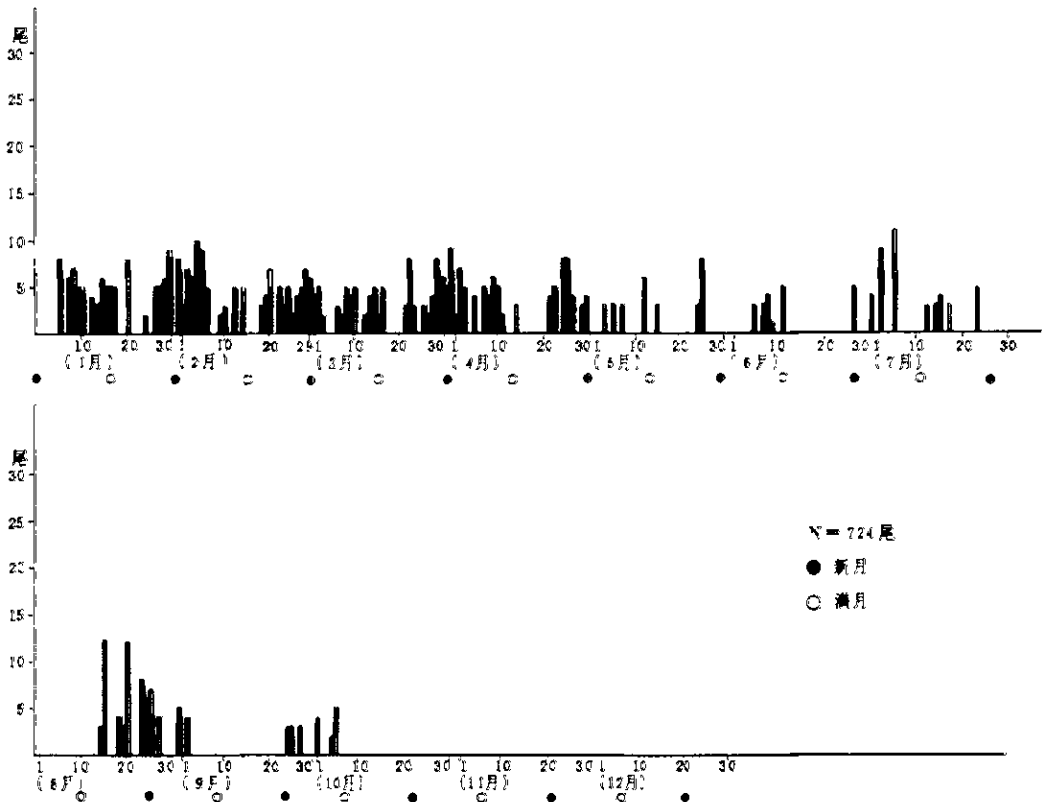


図9 Himamaylan からの親エビ供給数(1976年)

1975年、Gimaras島のSEAFDEC IGAN stationの海面小割網を使用して、眼柄切除による、ウシエビの人為的卵成熟実験が成功した。その後、実用化試験を経て、1977年Batan Bayに親エビ養成用海面イケス、1978年にはHatcheryに隣接して、養成用陸上タンクが設置され、天然親エビにかわって、養成親エビがSEAFDECでの種苗生産用親エビの主体となってきた。しかし、親エビ養成技術は、まだその生理的メカニズムに不明な点が多く、天然親エビと比較して、卵の質、量とも劣る。卵成熟へのより効果的な飼育方法、環境要因の究明等残された問題も多い。

(1) 親エビ養成法

眼柄には卵巣の成熟を抑える卵巣成熟抑制ホルモンを分泌し、貯蔵する事が知られている。このことから眼柄を破壊し、抑制ホルモンを取り除く事により、人為的に卵巣を成熟させる事が考えられた。またウシエビの成エビは正常な産卵を行なうため、ある環境要因に従って、河口、海岸域から沖合に回遊すると云われる。ある要因については、現在生態調査等で研究中である。このため、産卵のための自然環境に近い条件の下で、眼柄切除処理した雌エビを飼育し、親エビを生産する事が試みられた。

(a) 使用した養成のための成エビ

雌90♀以上、雄50-60♀の成エビを使用する。通常、雌の成エビはすでに交尾により、雄から精子の入った精莖を受け取っている。天然エビの場合、最小63♀で既に精子を保有している事が確認されている。興味深い事に、養殖エビの場合40♀以下でも保有している。雌エビは脱皮と同時に精莖を離脱するので、脱皮後の再交尾のため、雌雄を一緒に飼育する必要がある。計画生産を考慮した場合、養殖エビの利用が望ましいが、普通、養殖池でのウシエビは4-6ヶ月で収穫するので、90♀以上の雌エビを確保する事が困難である事、結果的に、養殖エビを使用した場合、養成後の産卵、ふか率が低いため、現実には、親エビ生産には天然の成エビが利用されており、今後の技術開発が待たれる。

(b) 眼柄切除方法

雄および脱皮直後(甲皮の柔かいもの)、脱皮直前(甲皮に白点がみられる)の雌は除く。片手で軽くつかみ、もう片方の手で、カミソリあるいはハサミで眼球に切れ目を入れた後、親エビと人差し指の間に眼柄をはさみ爪で押しつぶし組織を破壊する。多数を処理する場合は、親指と人差し指の爪で眼球を傷つけ、そのまま押しつぶす。この処理はストレスを避けるため水中で迅速に行なうことが望ましい。処理後はすみやかにタンク、あるいはイケスに放す。通常、抗生物質は使用しない。眼柄切除後は早くで一週間、2-3か月かかった例もあるが、平均3週間後が成熟のピークであり、定期的な成熟度の観察により、Stage 3, 4を選択して、種苗生産に供試する。

(c) 養成施設

海面イケス（網底は海底に接触），陸上円形コンクリートタンクが現在使用されている。海面イケスは Batan Bay の湾口に近い，比較的潮通しのよい所に設置されている。（図10）陸上タンクは24時間流水式で1日200—400%の換水が可能である。海水は底面に敷かれたサンゴ砂の下に配管されている塩ビ管に定間隔にあげられた，小さな穴を通して注水され，中央に立てられた排水口より，オーバーフローにより排水される。（図11）飼育海水は極めて新鮮で32—33%の塩分を維持する。飼育環境を落ちつかせるため，タンクは黒膜で覆い暗くしてある。

(d) 産卵後の養成エビの再利用

確実な証明はないが，自然ではウシエビは1回以上の産卵をすると云う。現在これが，部分産卵エビがその後の卵巣の回復によるものか，産卵した親エビが再び，交尾後，再成熟するのかは不明である。標識をつけた，切除処理エビの養成タンク内での追跡によると，4回までの産卵が確認されている。産卵率は2回産卵14%，3回産卵3%，4回産卵0.8%である。この事から，眼柄切除処理により成熟した親エビは，種苗生産に供試後，産卵した親エビも含めて，親エビ養成施設に戻される。

(2) 海面イケスと陸上タンクの比較

	陸上タンク	海面イケス
形，サイズ	円形，直径4m×水深1m	矩形，底面16×16m，高さ6m
容積	12m ³	500—1,500m ³ （潮汐により変動）
材料	コンクリート	竹，ナイロン網
建築経費	5,000ペソ	10,000ペソ
飼育数	50—80尾	300尾
雌雄比	1：1	1：1
飼育密度	4—7尾/m ²	1尾/m ²
餌の種類	生イガイ (<i>Modioides matcalfei</i>), 配合飼料	生イガイ
1日の投餌料	生イガイ：体重の5%，配合飼料 ：体重の2%	体重の10—20%
投餌回数	1日2回，8—9AM，4—5PM	1日1回 5—6PM
水管管理	24時間流水	潮汐
斃死率	5—80%（平均40%）	記録なし
切除処理	雌 雄	記録なし 記録なし
成熟率（産卵率）	30%	15—20%
平均卵数	天然 養殖池	天然 養殖池
	246,000 (n=53) 180,000 (n=86)	191,000 (n=19) —

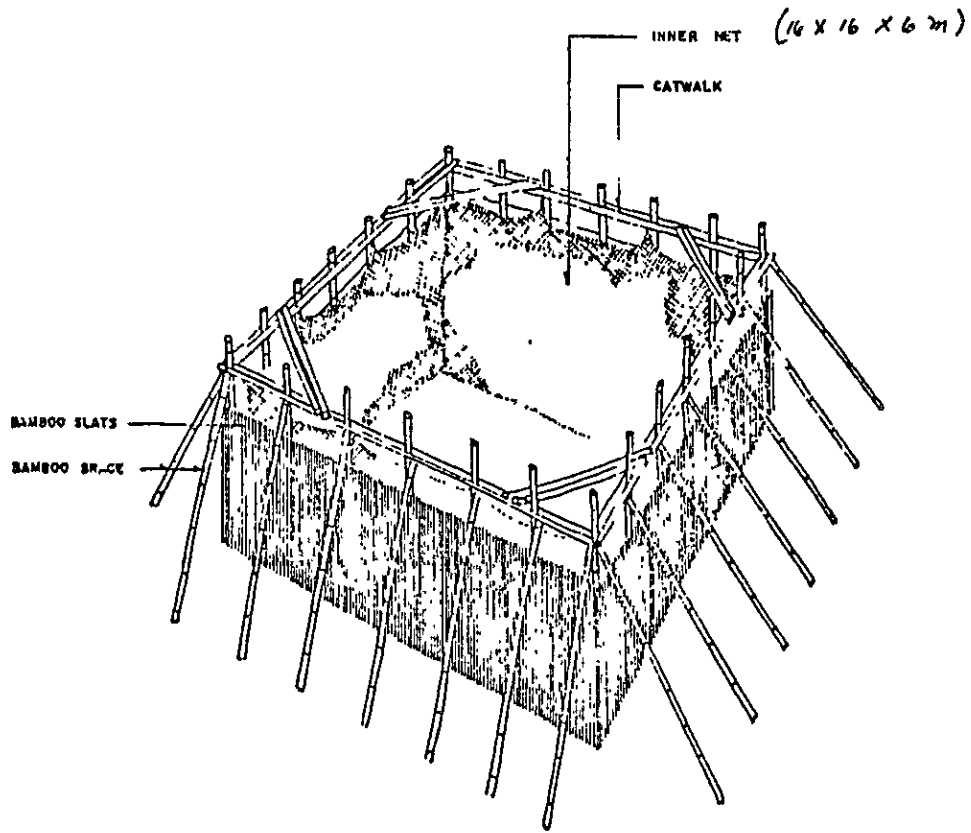
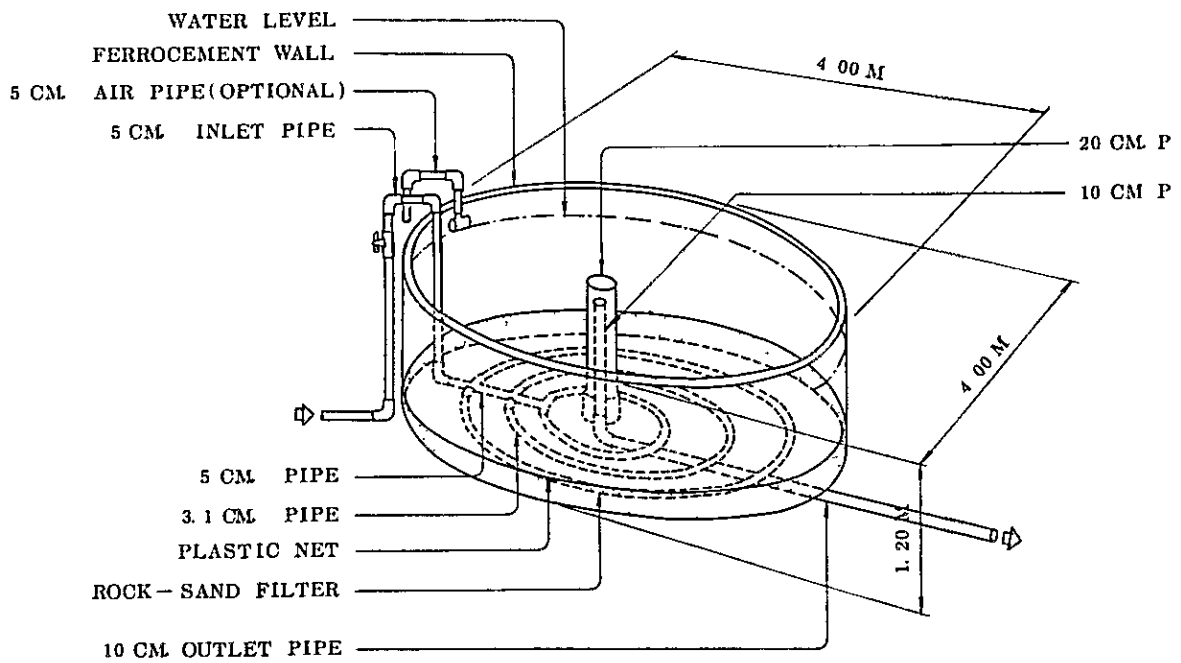


図 10 親エビ養成用海面イケス



A. PROTOTYPE OF 12 CU M TANK

図 11 親エビ養成用陸上タンク

平均ふ化率 天然	38 %	56 %
養殖池	18 %	—
成熟度 観察法	夜間 水中 月 2 回	揚網後 週一回

4 親エビの輸送とその方法の変遷

(1) 天然親エビ

親エビ漁場から生産タンクまでの所用時間。

Himamaylan : 陸路 4 - 5 時間 + 海路 2 時間

Batan Bay : 陸路 4 - 5 時間

輸送容器は 7 - 10 ℓ の海水を入れた二重のポリエチレン製袋に親エビ 3 - 5 匹を収容し酸素を封入する。外気温による水温上昇を防ぐための発泡スチロール (厚さ 1.5 cm) の箱 (L 38 × W 55 × H 40 cm) に収容する。運搬中の損傷を避けるため、発泡スチロールの箱はブリキ製の箱により保護される。通常は氷を入れ、早朝現場を発つ (収容時水温 20 - 22℃)。最初は親エビの額角によるポリ袋の破損を防ぐため、額角を折っていたが、その後、各個体ごととに防虫網により、のりまき状にくるみ、輪ゴムでとめて収容し、輸送中のストレスを最小限におさえる事により良い結果を得た。また、Batan Bay からの親エビは陸路を直行でき、船への積み替えの必要がないため、JICA の供与機材としての hydro tank (1,000 ℓ, 300 ℓ) と自動車バッテリー使用のエアコンプレッサー等の機材到着と同時に、これらが従来の運搬容器にかわった。

(2) 養成親エビ

Batan Bay でのイクスで眼柄切除処理により養成された親エビは、天然エビと同様、hydro tank に収容し、自動車バッテリー使用のエアコンプレッサーで通気しながら、Hatchery まで運搬され、直接種苗生産タンク内で産卵させた。1978 年後半、産卵親エビの再利用の観点から、養成イクス現場で産卵させ、卵、Nauplius で輸送する事が考えられ、種々の試験が実行された。その結果、Nauplius での輸送が最も効果的であり、運搬中の減耗、生産タンク収容後の生残率への影響は少なかった。現在は生産タンク内での直接産卵は行わず、親エビ養成現場で、小型タンク (100 - 1,000 ℓ) で産卵、ふ化させた輸送 Nauplius が種苗生産に供試されている。陸上養成タンクの場合は、生産タンクに隣接しているため、ふ化後の Nauplius は濃縮後、海水ごと直接バケツにて生産タンクに移される。Batan Bay の場合は、ガソリン用ポリ容器 (18 ℓ) に 10 - 30 万の Nauplius を収容し、輸送中の海水の振動を避けるため口一杯まで海水を張り、密閉して運搬される。通気はしない。運搬中の水温上昇を避けるため、容器の上にヤシの葉、あるいは、ぬれた布で覆うといった極めて簡単な方法で好結

果を得ている。

(3) 輸送結果

いずれも Batan Bay からの輸送結果である。

(a) 表6 ポリ袋, hydro tank 使用による斃死率の比較

	輸送数	期 間	斃 死 率	備 考
ポ リ 袋	443	1976年1月-6月	9.84%	100%天然エビ
hydro tank	1,728	1977年3月-12月	4.80%	89%養成エビ

(b) 表7 hydro tank(1,000ℓ)の親エビ収容密度と斃死率(100個体以上の例)

収 容 数	165	140	122	112	103	103
斃 死 率 (%)	6.1	1.4	4.9	7.1	1.0	3.9

(c) 表8 卵による輸送

輸送卵数(×10 ³)	ふ か 率 (%)	Nauplius から Mysis までの生残率	輸 送 容 器
1,050	59%	16.1%	300ℓ hydro tank
1,100	95.5%	34.3%	300ℓ hydro tank
1,000	48.0%	37.5%	ポリ袋 2袋

(d) Nauplius による輸送

表9 ポリ袋による場合

輸送数(×10 ³)	Nauplius から Mysis までの生残率	ポ リ 袋 数
620	46.8%	2
1,460	48.7%	3

表10 18ℓポリ容器による場合

輸送数(×10 ³)	ポ リ 容 器 数	平均収容数/容器(×10 ³)	Nauplius から Mysis までの生残率
840	12	70	61.9%
920	12	77	75.0%

輸 送 数 (×10 ³)	ポ リ 容 器 数	平均収容数/容器 (×10 ³)	Nauplius から Mysis までの生残率
1,460	12	121	63.4 %
1,800	10	180	61.1
3,100	12	258	43.9
2,940	8	367	52.7
4,900	13	376	59.6

親エビ輸送には、酸素封入、発泡スチロール箱等の煩雑な作業を要するポリ袋による運搬に比較して、hydro tankの使用は運搬中の斃死も少く、収容作業が簡単で、一度に100個体以上の輸送が可能であった。

卵、Naupliusによる輸送の場合、18ℓポリ容器を使用してのNauplius輸送が下記の点で、効果的であった。

- (イ) 容器は高価でなく、容易に入手できる。
- (ロ) 収容作業が簡単
- (ハ) 運搬が容易（小型車でも可）
- (ニ) 生産タンク収容後、飼育に影響がない。
- (ホ) 生産タンク内での飼育日数が短縮できる。

5 供試した親エビ及びNauplius（実績）

(1) 表11 年次別 親エビ，Naupliusの供試数

	親 エ ビ	輸送 Nauplius (×10 ³)
1976年	1,378	—
1977年	1,308	3,000
1978年	874	7,800
1979年	—	87,800

(2) 表12 年次別、天然親エビ、養成親エビ、輸送Nauplius, 卵の構成

年 次	天然親エビ	養成親エビ	輸送Nauplius	輸 送 卵
1976年	100.0%	—	—	—
1977年	10.3%	83.6%	3.0%	3.1%
1978年	7.5%	80.4%	10.3%	1.8%
1979年	—	—	100.0%	—

(4) 表13 年次別、供給源別構成

年 次	Himamaylan	Batan Bay	陸上養成タンク	そ の 他
1976年	47.2%	51.8%	—	1.0%
1977年	—	100.0%	—	—
1978年	—	94.6%	4.4%	1.0%
1979年	—	88.4%	11.6%	—

(5) 表14 年次別、供給源別、一回の平均輸送数

年 次	Himamaylan 親 エ ビ	Batan 親 エ ビ	陸上養成タンク Nauplius	養成イケス Nauplius
1976年	4.2尾	10.3尾	—	—
1977年	—	43.6尾	—	—
1978年	—	23.0尾	360×10 ³	2,680×10 ³
1979年	—	—	460×10 ³	2,680×10 ³

VI 餌料の培養

当初、大型種苗生産タンクを使用してのウシエビ (*P. monodon*) 種苗生産研究の実施にあたっては、当時日本では技術的に確立しているクルマエビ (*P. japonicus*) の大量生産方式が直接応用された。すなわち、珪藻を第一生産物とし、クルマエビを頂点とする食物連鎖のピラミッドを、大型タンク (100 トン, 200 トン) 内に人為的に形成させ、その中で幼生を飼育するという、いわゆる community culture 方式がとられた。しかし、強力な日射量等の熱帯環境の中で、珪藻の過増殖、持続等の問題を生じ、タンク内の生態系のバランスを維持することが困難で、いずれも Zoea 期で大量斃死を生じ、この方式を再考する必要にせまられた。その後の技術開発の過程において、community culture の利点を併用しながら、別途に餌料を培養し、生産タンク内での飼育環境の安定を維持しながら、適正量供給が可能な Mono culture 方式が取り入れられた。このため、ウシエビ種苗生産に適応できる初期餌料の、安定した大量培養方法、適正種の探索、生産タンクへの供給方法の確立が必要とされた。

1 珪 藻

(1) 肥料の相異による珪藻培養の比較。

鶏糞等の有機肥料、農業用肥料を栄養塩として効率的な大量培養が可能であれば、化学栄養塩の入手が困難な現地において、ウシエビ種苗生産が一般化した場合、入手の安定性、経済性から極めて有利な条件になりうる。この事から、表 15 の肥料を添加して、養殖部局地先の、自然海水を使用して、珪藻の出現および増殖を比較してみた。

出現した珪藻の種類は *Chaetoceros* sp (連鎖状) が全水槽で 80 % 以上の優先種となり、*Nitzschia closterius*, *Nitzschia seriata*, *Thalassiosira* sp., *Navicula* sp., *Skeletonema costatum*, *Amphiprora* sp. が若干計数された。

表 15 供試した肥料

※ タンク記号	肥料の種類と濃度
(A)	対称区, 無施肥
(B)	鶏糞腐養液 ※※ 5 ppm
(C)	鶏糞腐養液 10 ppm
(D)	鶏糞腐養液 20 ppm
(E)	農業用肥料 ※※※ 標準量
(F)	農業用肥料 + 5 ppm 鶏糞腐養液

※ タンク記号	肥料の種類と濃度
(G)	農業用肥料+ 10 ppm 鶏糞腐養液
(H)	農業用肥料+ 20 ppm 鶏糞腐養液
(I)	乾燥鶏糞 ※※※※ 10 ppm
(J)	乾燥鶏糞 20 ppm
(K)	乾燥水牛糞 ※※※※ 20 ppm
(L)	20 ppm 乾燥鶏糞+ 20 ppm 乾燥水牛糞
(M)	化学栄養塩 NaNO_3 2 ppm, NaH_2PO_4 0.2 ppm FeCl_3 0.1 ppm

- ※ ファイバーグラス 1トンタンクを使用
- ※※ 乾燥鶏糞 200g を 40ℓ 海水中に連続通気しながら、10日間以上放置したものの上澄液
- ※※※ 現地農業用肥料、市販名、46-0-0, 16-20-0, 0-0-60
(数字はそれぞれ、トータルN-P₂O₅-K₂O のパーセントの割合を示す)
を NaNO_3 1 ppm, K_2HPO_4 0.1 ppm, FeCl_3 0.1 ppm の NPK 量に換算した量を標準量とした。
- ※※※※ 乾燥重量で計量したものを必要時溶解し、サンライン強力網 100 目でこしたものの。

化学栄養塩の添加によるものが最高値を示したが、鶏糞および農業用肥料にも増殖がみられた。(図12)しかし、いずれの水槽も、3-4日後にピークに達し、その後は継続しなかった。生産タンクへの安定した供給を考慮した場合、珪藻培養槽内にいかに長時間、高密度を維持できるかという事が課題になった。(図12-3)は増殖後、培養水の交換、追肥による若干の継続を示す。

また、自然海水を使用して、天然の珪藻の増殖を促すのではなく、最初に一定の濃度の珪藻濃度を設置した状態で、農業用肥料と、鶏糞の効果を比較してみた。(図13)。明らかに鶏糞は効果があったが、入手の安定、質の均一等の点から、農業用肥料が今後の大型珪藻タンクでの肥料として利用された。

(2) 珪藻濃度の維持(培養槽内での高密度維持について)。

健康な種と、増殖後の新海水の導入、追肥により、珪藻濃度の持続が可能な事から、培養槽内での珪藻濃度減少期前に培養水の一部を排水し、新海水を加え栄養塩を再添加した。しかし同一水槽で、この作業をくりかえすと、いずれ、原生動物等の出現により増殖が落ちる。このため、複数の培養槽を用意し、定期的に培養珪藻を完全に排水し、水槽を掃除後乾燥し、新たに培養を始める。この場合、培養中の他の水槽より、増殖期の珪藻の一部を移入し、

$\times 10^3 \text{ cells/CC}$

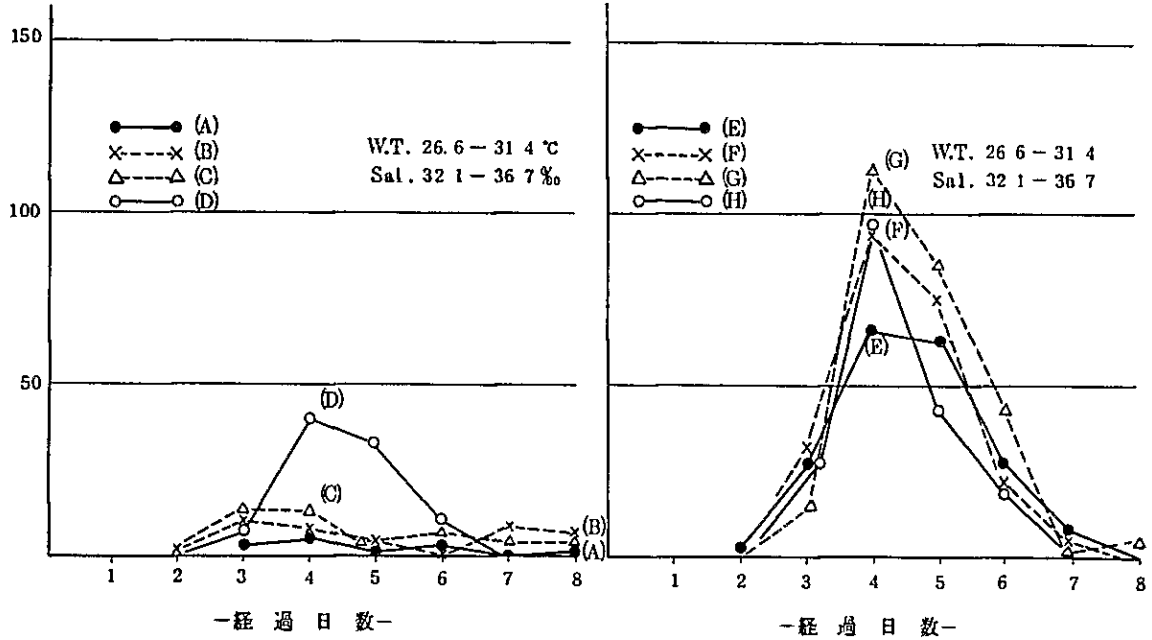


図12-1 対称区, 鶏糞腐養液

図12-2 農業用肥料, 鶏糞腐養液

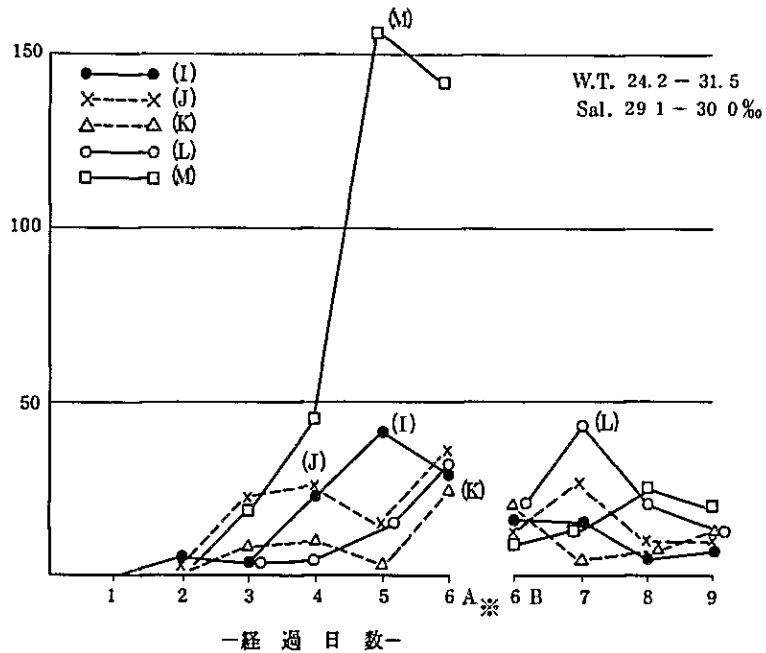
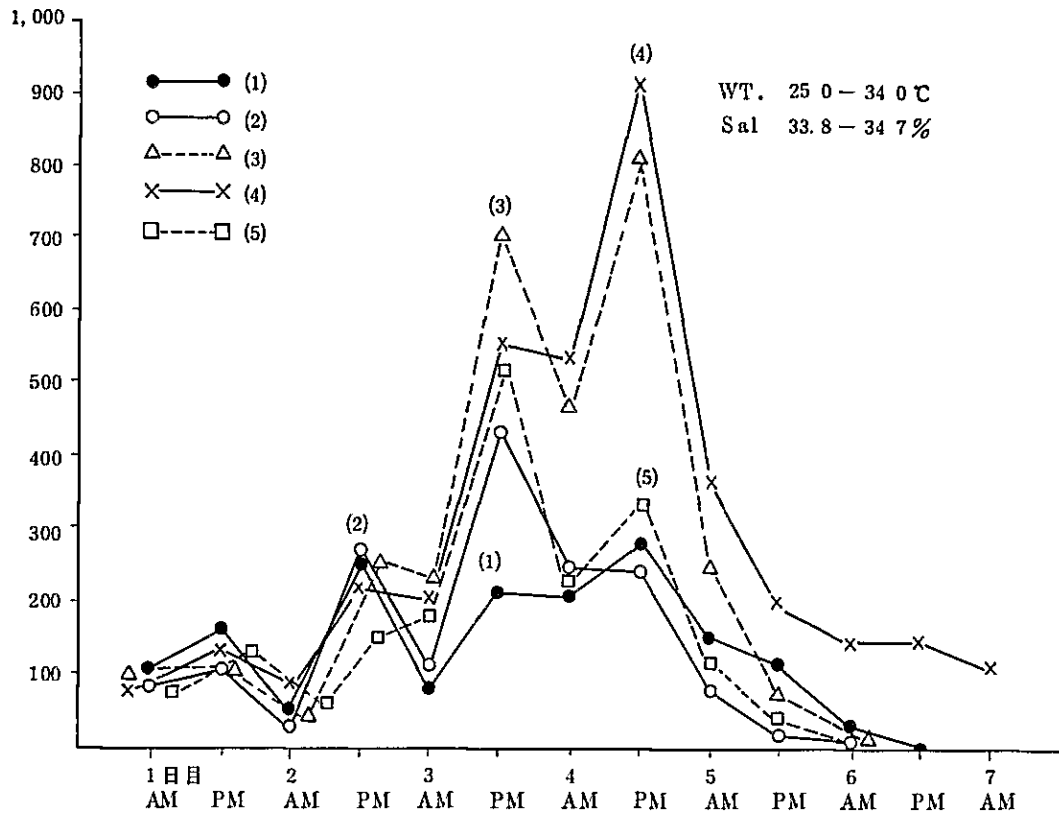


図12-3 乾燥鶏糞, 水牛糞, 化学栄養液

※ $\frac{1}{2}$ 培養水交換, 同量の各肥料追肥(6A交換前, 6B交換後)

図12-3 肥料の相異による珪藻の出現曲線

$\times 10^3$ cells/ml



- 1 トンFRP槽使用, 珪藻種 *Chaetoceros* SP (単体)
 鶏糞 20 kg を 1,000 ℓ の淡水中通気して 10 日間放置, 上澄液を使用。
 1 ℓ の鶏糞腐養液 = 20 ppm
- (1) 対称区 無施肥
 - (2) 農業用肥料 46-0-0 : 50 ppm, 16-20-1 : 5 ppm
 - (3) 鶏糞腐養液 10 ppm
 - (4) " 20 ppm
 - (5) (2)+(3)

図13 鶏糞腐養液と農業用肥料による珪藻増殖曲線

過海水および栄養塩を加える。この作業は培養槽を異なる日に掃除する事により, 常に他の水槽から種を移せるようにした。図14はこの作業を交互にくりかえす事により, 13日間にわたって, 7-28万 cells/ccの濃度の珪藻を2槽(計2トン)から, 毎日, 安定して1.1-1.8トン(排水量)を生産する事が出来た。基本的には, 複数の大型水槽を使用して, この方法を応用すれば, 効率的な水槽の回転によって, ウシエビ種苗生産のための適性な選択種

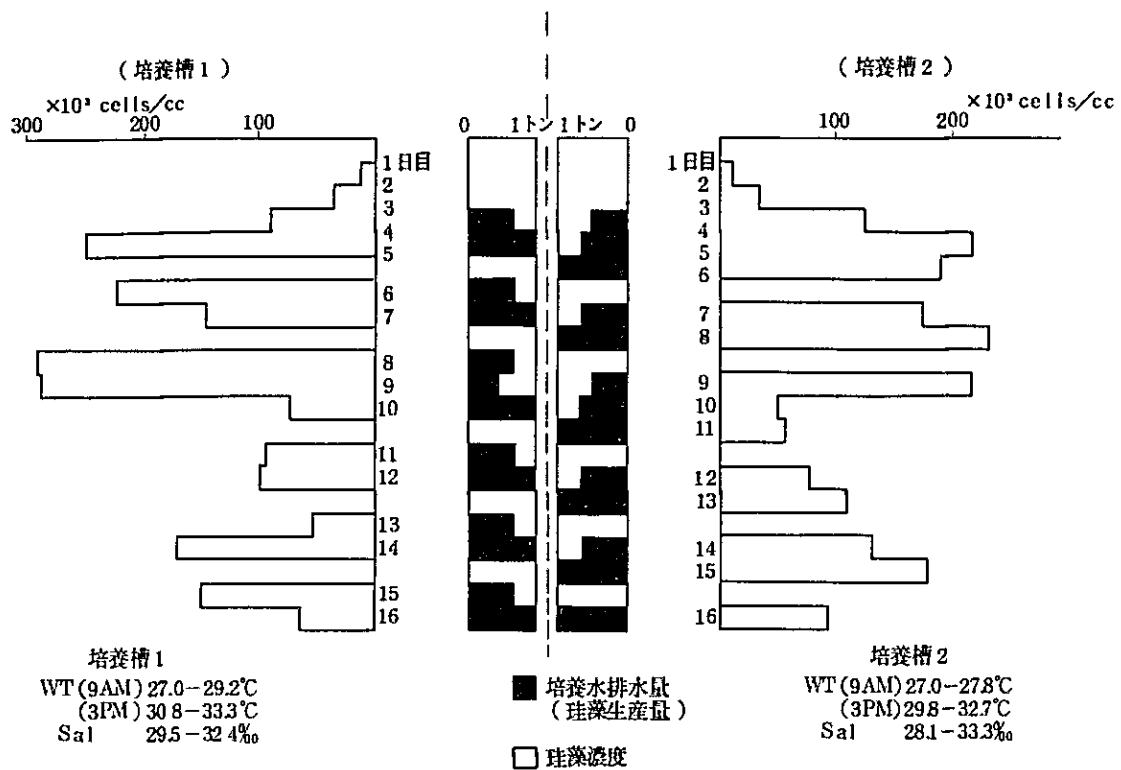


図14 珪藻の維持に関する実験

を連続的に大量生産する事が可能である。

(3) 分離された単一種珪藻の大量培養

分離法：脱肥綿口過した自然海水を70-90℃で約一時間加熱し、放冷後の上澄液に25%の蒸留水を混合したものに下記の培地を添加し培養液とする。

Allen - Nelson 培地		
A液	KNO ₃	20.2 ㄱ
	蒸留水	100.0 ml
B液	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	4.0 ㄱ
	CaCl ₂ ·6H ₂ O	2.0 ㄱ
	FeCl ₃	2.0 ㄱ
	Hcl (conc.)	2.0 ml
	蒸留水	80.0 ml
A液 2 ml, B液 1 ml を調整海水 1,000 l に添加		

調整された培養液の入った50-100mlの加熱滅菌した三角フラスコ10-20本内に、目的種を含む海水を一滴ずつ落とし、室温、40Wの白色蛍光灯にて24時間連続照射し(6,000Lux),

ゆるやかな連続通気を施し、定期的に出現種を観察する。目的種が優先種となっているフラスコを選択し、これを次に用意したフラスコ内に同じ要領で植え、この作業を目的種が100%優先種になるまでくりかえす。分離された珪藻種は、植え次ぎにより保存され、必要時実用規模に増殖させる。この方法により *S. costatum*, *N. closterium*, *Chaetoceros* sp(単体) が分離された。原種培養から実用規模に増殖させるには 4ℓ → 100ℓ → 1,000ℓ と段階的に植え次ぎを重ねていき、最終的に 40 トン珪藻タンクにて増殖され、種苗生産タンクに供給される。

(4) 珪藻大量培養技術の現状

日中の照度が晴天時で普通 5-8 万 Lux, 最高 29 万 Lux を示す強力な熱帯の照度の下で、珪藻は短期間の内にピークに達し、持続しない。生産タンク 100 トンあたり、濃度 30 万-100 万 cells/cc の珪藻が、1 日 5-15 トン必要とされる現状では、継続的に充分な量の珪藻を確保するには、大型水槽を使用して、前述の 1-(2)の方法を応用する事が効果的である。このため 40 トン珪藻培養用コンクリートタンク 10 面が新設された。40 トンタンクは複数使用され、各種種苗生産タンクでの 15 日間のウシエビ幼生の飼育期間中、それぞれの需要のタイミングに合わせて、常時、一面以上が供給可能な増殖状態を維持するため、効率的なタンクの使用のローテーションにより増殖した珪藻が落ちる前に消費する(1-3 日以内)。実際の作業は、毎朝、1 トン FRP タンクで培養された 5-8 トン^{タンク}を種に、一面のタンクに培養を開始する。翌日、40 トンタンクで増殖後の珪藻は、別の 40 トンタンクに 2 割を移入し、口過海水を加えて翌日の増殖後の消費に備える。この手順は生産タンクの飼育状況をみて判断し、計画的なタンクの使用により、現在では安定した珪藻の生産が可能であり、生産タンクへの珪藻の供給は問題ない。図 15 は 40 トン珪藻タンク使用例である。栄養塩は一次、二次培養における 4ℓ, 100ℓ 容器では化学栄養塩が添加されるが、多量に必要とする 1 トン、40 トンにおいては、より経済的な農業用肥料が使用される。それぞれの添加量は下記のとおりである。

化学栄養塩		農業用肥料	
NaNO ₃	2 ppm	46-0-0 (尿素)	50 ppm
NaH ₂ PO ₄	0.2 ppm	16-20-0 (磷酸)	5 ppm
FeCl ₃	0.2 ppm		
Na ₂ SiO ₃	1.0 ppm		

農業用肥料は淡水にて充分攪拌し、完全に溶解したものを添加する。

熱帯での珪藻培養の場合、やはり高水温と蒸発による塩分の上昇の影響は考慮されねばならない。1 トンの FRP タンクの場合、屋外直射日光下で、水温 26℃ → 35℃、塩分は 1 日 1

日 時	タンク番号										1日の珪藻消費量	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩		
1978 10月30日 PM	550	360				320	600				予備タンク	
31日 AM	斜線	斜線				380	注水 1,180	新	⑦から			36 × 10 ¹¹ cells
PM	斜線	斜線				820	790	300	290			
11月1日 AM	乾燥	乾燥	⑧から	新		斜線	斜線	注水 620	410			68 × 10 ¹¹
PM			460	400		斜線	斜線	750	940			
2日 AM	④から	新	620	注水 790		乾燥	乾燥	斜線	斜線			68 × 10 ¹¹
PM	230	230	800	870				斜線	斜線			
3日 AM	390	注水 410	斜線	斜線	②から	新		乾燥	乾燥			67 × 10 ¹¹
PM	790	880	斜線	斜線	380	320						
4日 AM	斜線	斜線	乾燥	乾燥	250	470	新					51 × 10 ¹¹
PM	注水 70	斜線			910	1,100	310					
5日 AM	400	乾燥			斜線	斜線	注水 580	新	①から			62 × 10 ¹¹
PM	420				500	斜線	670	200	210			
6日 AM	棄却 乾燥		⑧から	新	斜線	乾燥	斜線	注水 330	150			37 × 10 ¹¹
PM			470	510	乾燥		斜線	540	140			
7日 AM	新	④から	斜線	注水 610			乾燥	斜線	棄却			31 × 10 ¹¹
PM	220	630	注水 700	790				斜線				

- 1 新 FRP槽からの種にて新しくセット
- 2 注水 他のタンクに20%容量を種として移した後海水を加える。
- 3 ②から2番タンクより20%の種を移しセット
- 4 数字は珪藻濃度 単位×10³ cells/cc
- 5 斜線は生産タンクに消費した珪藻

図15 40トン珪藻タンク使用例

— 2 %の上昇がある。屋外 40 トンタンクの場合、容積が大きいため、外からの環境変動の影響が少ないので問題はないが、1 トンタンクの場合は日影に設置し、水温の上昇、蒸発を抑制している。通常は 水温 26—28℃ 塩分 30—33%である。Chaetoceros sp (単体)、Skeletonema costatum の場合、15—30%の塩分濃度別の比較実験では、15%に近い程、増殖結果は良い。しかし、通常の作業では、普通海水だけを使用しても、珪藻生産量の種苗生産への影響はないため、作業の省力化の点から、淡水は加えていない。

Chaetoceros sp.は水温 31℃までは正常な増殖が認められ、S. costatum より高水温に対しての耐性があるが、ウシエビ種苗生産に S. costatum が使用されて以来、珪藻大量培養は、過常、S. costatum が経日的に生産され、ウシエビの初期餌料として消費されている。

原種培養から 40 トンタンクでの S. costatum の大量培養までの一連の作業は、現在では、極めて日常化し、乾期、雨期にかかわらず、それぞれのタンクでの、健康で充分な量の種の供給が計画的に実施され、年間を通して、安定した珪藻の生産が可能となっており、珪藻の供給に関しては、まったく問題がない。

(5) 種苗生産への供試の方法

40 トンタンクにて生産された珪藻は、排水口を通して、40 トン珪藻タンクの下に付属して設置されている砂口過装置（後述）に散水状に落とされる。珪藻水は砂中を通り、口過装置の排水口より流されるが、約 90%の珪藻は砂中に留まる。この作業は、ロカ海水を同様に散水し、珪藻と共に砂中に留まっている余分な栄養塩や微細生物を洗い流した後、口過海水で逆洗し、濃縮された洗滌珪藻はオーバーフローによりパイプを通して濃縮タンクに集められ、必要に応じて生産タンクに送られる。通常 30分—1時間 口過され、10分洗滌するが、作業はバルブで操作されるため極めて容易である。この作業の目的は、大型タンクを使用しているウシエビ大量種苗生産技術開発の過程で飼育中の珪藻濃度のコントロール（特に Zoea 期）、水質の安定化に最大の問題点をみだし、いかに生産タンク内の幼生飼育水をバランスのとれた水質に維持するかという事である。このため、屋外生産タンクの上を遮光膜により、照度を調整し、原則的には、生産タンク内での自然増殖を抑制し、外からの洗滌珪藻だけの供給により、適正な珪藻濃度を維持している。

現在この方法は Zoea 期、Mysis I 期までに限って用いており、Mysis II 以降はタンク内での自然発生を、ある程度利用している。

2 シオツボウムシ (Brachionus plicatilis)

生産タンク内での飼育環境をバランス良く保つ事が、ウシエビ種苗生産において最も考慮されねばならない事は前述したが、そのための初期餌料としては生物餌料が最も効果的である。動物性餌料として、最も普通に使用されているブラインシュリンプ (Artemia salina) は高価

であり（960g入り罐，650ペソ），現地での入手が困難である。このため，ブラインシュリンプの補助餌料としてシオツボワムシ（以下ワムシと云う）の利用が考えられた。

(1) パン酵母によるワムシの培養

現地で市販されているパン酵母（Eleischmans' active dry yeast for Baking, The Sun miguel coop. yeast plant 製..907g入り罐）を使用してワムシの培養を試みた。パン酵母は顆粒状の乾燥酵母で，淡水で充分溶解し，N×××25の網目を通して給餌した。給餌量はワムシの体重の25-30%を基準として，ワムシ 100×10^4 個体について酵母1gを1日の標準量とした。ワムシは日本からの乾燥耐久卵を孵化させたものを使用した。この結果1トンFRPタンクを使用して，塩分18%で最高380個体/cc，普通海水（32.5-34.3‰）でも100個体以上/ccに増殖した。パン酵母を給餌してワムシを培養する場合，順調な抑卵率をもって，水換え，定期的な間引き（収獲）により継続的な生産は可能であったが，200トン生産タンク内に，10個体/ccの密度でワムシを維持するためには，少くとも，1日， 2×10^8 個体以上のワムシ生産が必要で，小型水槽を使用しての100-200個体/ccの生産規模では，作業が煩雑で，安定した供給が困難である。実用的な培養には，1,000-2,000個体/ccの安定した高密度培養技術の開発か，大型タンクを使用してのクロレラによるワムシの培養が考えられた。

(2) クロレラによるワムシの培養

(i) クロレラ（choorella sp.）の培養

当初，センター内に自然発生した淡水クロレラを海水に順化し培養を試みたが，最高 3×10^6 cells/ccの増殖にしか達しなかった。その後，日本で一般的に使用されているグリーン，いわゆるマリンクロレラが導入された。（以下クロレラと云う）。このクロレラは広塩性で自然海水中最も増殖する（図16）。肥料は現地で市販されている農業用肥料（珪藻の項参照）が使用された。

21 - 0 - 0	硫 安	100 ppm
46 - 0 - 0	尿 素	10 ppm
16 - 20 - 0	磷 酸	10 ppm

クロレラは換水，追肥等の管理により他の生物による汚染さえ注意すれば，粗放的な管理でも，長期にわたり安定した培養が容易である。（図11）は115日間にわたるクロレラ細胞の経日変動である。また，高水温，強力な日照量での熱帯環境の下で，継続して培養していると環境に順化し，現在では高水温（26.5-31.5℃）下での培養は問題ない。

(ii) クロレラによるワムシの大量培養

大型屋外タンクに増殖させたクロレラ（ $10-20 \times 10^6$ cells/cc）の中にワムシを接種し，

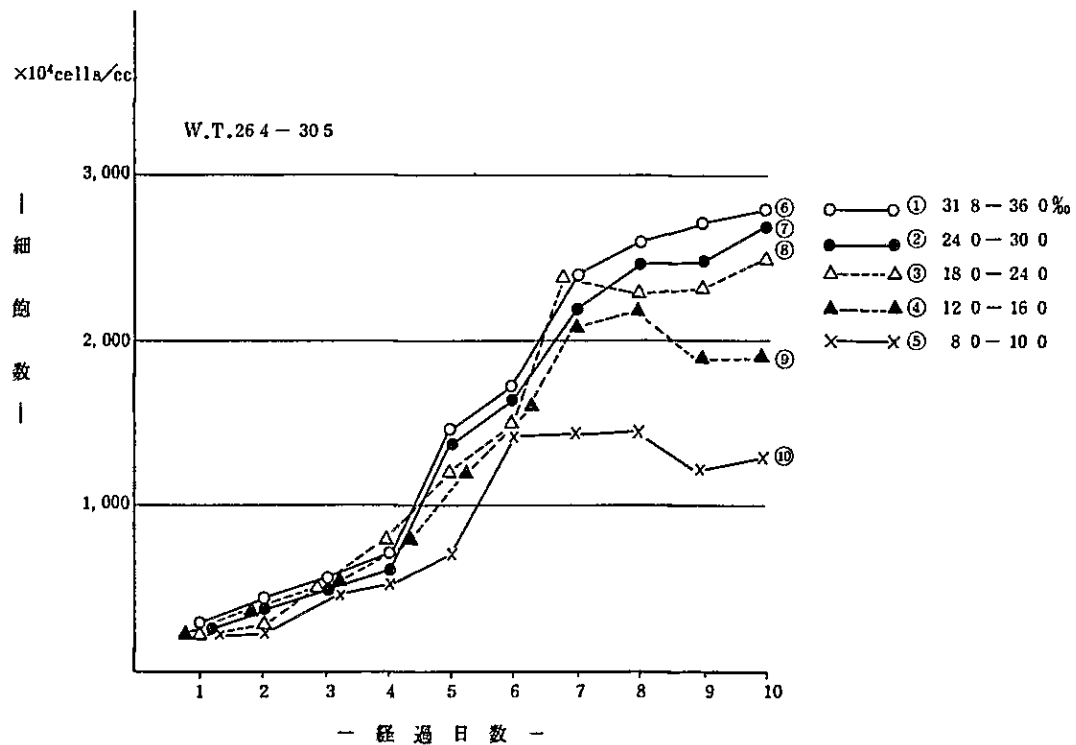
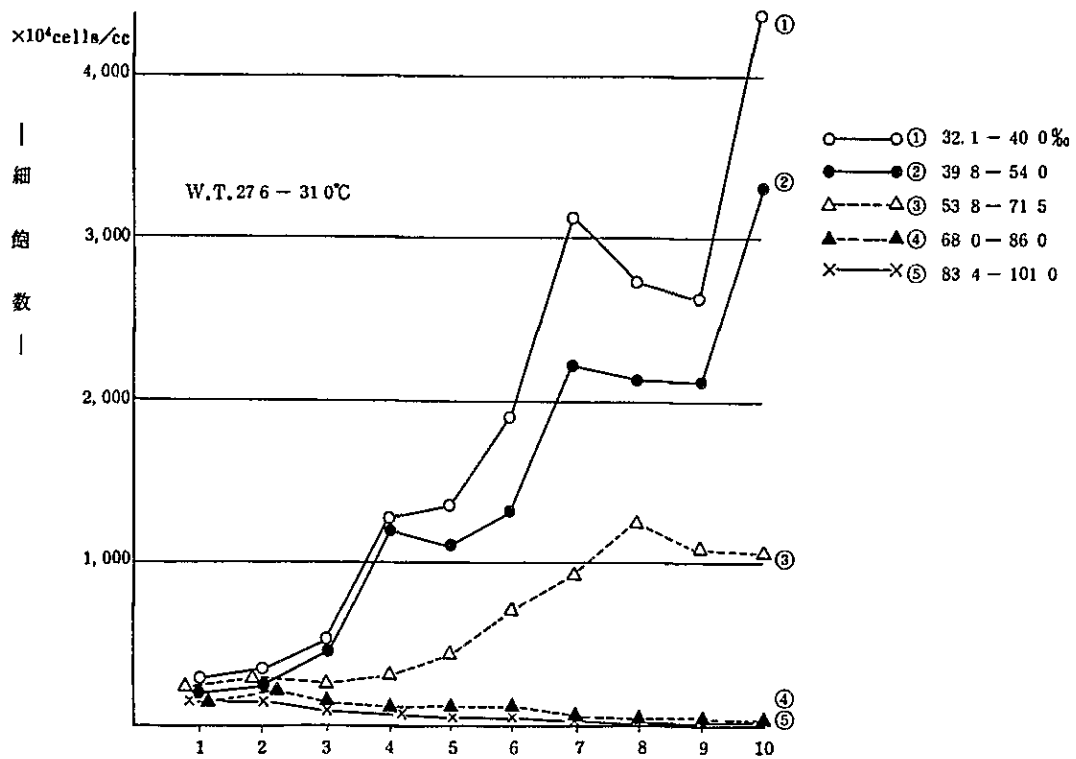


図16 塩分濃度の相異による chlorella sp. の増殖量

クロレラを摂餌させ、ワムシの増殖量、収穫、クロレラの補給の相互のバランスを考慮しながら、連続してワムシを生産すると云う、いわゆる日本で一般的に実施されている方法が応用された。この方法は、熱帯環境の中にあっても充分適応できた。ワムシは低鹹中で増殖結果が良いが、自然海水で培養したクロレラ海水中でも 100 個体以上/cc の増殖を示す。

SEAFDEC で実施しているワムシ大量培養方法の概略は以下のとおりである。

ウシエビ種苗の中間育成タンクとして作られた約 360 トンコンクリートタンク (13×19×1.5 m) 2 面の内、1 面をクロレラ培養用、1 面をワムシ培養槽に利用された。クロレラ槽は最初、全容量の 1/3 量のろ過された海水を注水し、あらかじめ 1 トン FRP タンクに $10-15 \times 10^6$ cells/cc のクロレラを培養しておき 5-10 トンを接種する。前述の肥料を充分溶解後、標準量散布し、クロレラが増殖したら自然海水を徐々に加え ($1/2 \rightarrow 3/4 \rightarrow$ 満水)、その都度、標準量の $1/3 - 1/2$ の施肥をする。増殖後はワムシ槽の必要に応じて供給し、減水分海水を加え、施肥をする (普通には 1 カ月 2-3 回)。この作業を繰り返えし、ワムシ槽への供給が、常時可能なように継続して培養する。この場合、注意しなければならない事は、他の生物による汚染、特にワムシの混入、Oscillatoria sp. (藍藻類) の繁殖により、クロレラ培養が維持出来なくなる場合がある。汚染された場合には、汚染クロレラ海水を 1 トン FRP タンクに移し 1.5-2 ppm の塩素を添加する事により、藍藻、

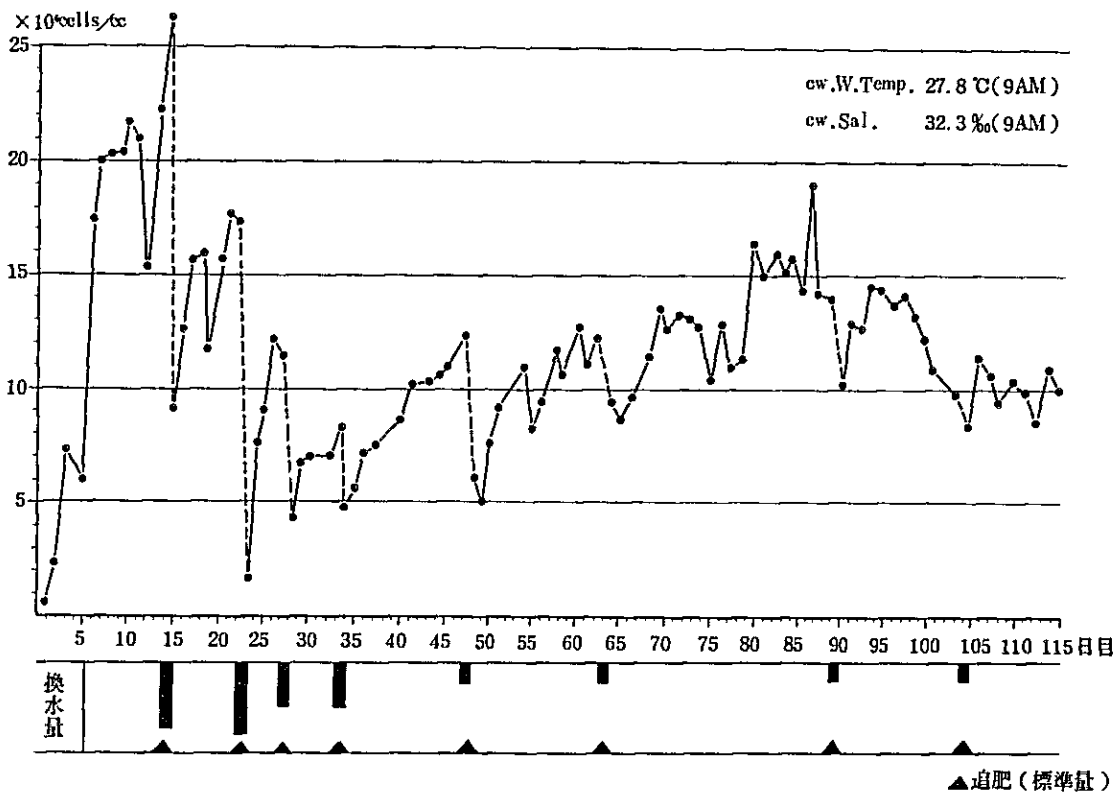


図17 クロレラ細胞の経日変動 (4 トン木製槽)

ワムシ、原生動物を殺し、クロレラの増殖を待つて新たに設置しなおす事により再培養が容易であるが培養が一時中断する。

ワムシ培養槽は、クロレラ培養の要領で、まずクロレラを培養しワムシを接種する。接種時のワムシの濃度が高い程、早くピークに達するので、ワムシの種^{タネ}の量を考慮して、接種時のクロレラ海水の容量を決める。ワムシの増殖がピークに達するとクロレラが消費され、水色が透明となるので、クロレラ培養槽よりクロレラをサイフォンかポンプで補給する。2-3日後、再び水色は透明になるので、再びクロレラを補給する。この作業を繰り返す事により、常にワムシ濃度を20-200個体/ccに維持することが出来る。この間、種苗生産タンクでの必要に応じて、ワムシ採集を行ない、減水分、ワムシの濃度、水色を考慮しながら、海水、クロレラを補給する。

採集方法は排水口にナイロンミューラーガーゼ(N×××25)で作った80×80×80cmの立方体ネットをセットし、排水バルブで水量を調整しながらネットに受ける。この方法により、ワムシ培養水50トン排水する事により、1日10-100億個体のワムシを継続的に生産する事が可能であった。図18は360トンタンクを使用してのクロレラ、ワムシの経日変化の例である。この場合、注意しなければならないのは、ワムシがピークに達した事の判断

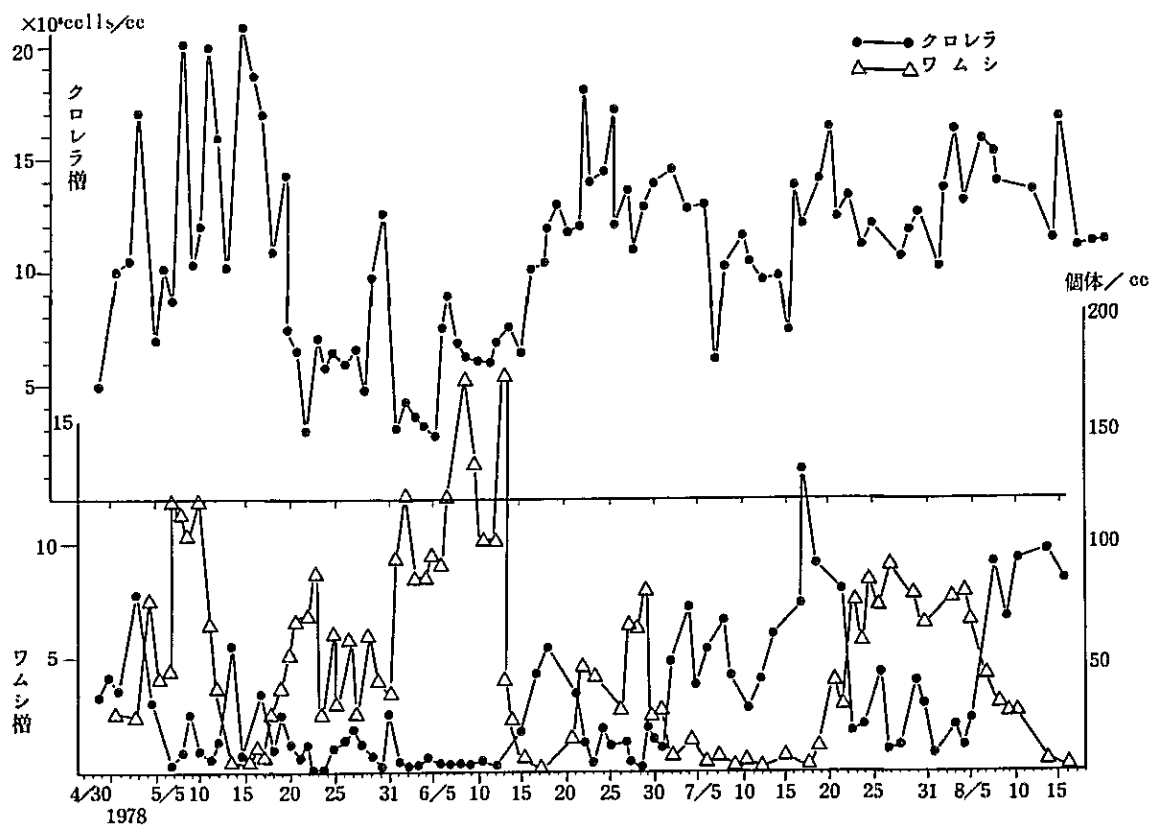


図18 クロレラ、ワムシの経日変化例(360トン槽)

は、水色が透明になった時点を考えれば、ほぼ間違いないが、透明後も2-3日はピークを維持するが、クロレラを補給しないと、次第に減少して、珪藻が出現し、過増殖するのでクロレラ補給は若干早目に実施する。またピーク後は、水面に多量の泡が出現し、風によりとばされ、クロレラ槽にワムシが混入する事があるので、クロレラ、ワムシ槽は、その季節の風向によって位置を考慮されねばならない。

(3) ワムシの種苗生産への供試方法

360トンタンクにて増殖されたワムシは、ネットで濃縮されて採集され、種苗生産タンクに3-5個体/ccの濃度が維持するように投餌された。投餌の時期は、当初Mysis以降であったが、徐々に早められ、現在はZoea IIで既に投餌を開始している。

Mysis初期に、屋外タンクに幼生を移す方法が開発され、その後、作業省力化の観点から、Mysis移槽時、あらかじめ屋外タンクに、クロレラによりワムシを30-50個体/ccの濃度に増殖させ、その中にMysisを移す事によりMysis以降の生残率が飛躍的に向上した。この方法は同時にワムシのピーク後の珪藻の自然増殖にもつながり適当なクロレラの補給により、飼育水中の照度を調整し、珪藻の過増殖を抑制する事が可能であった。このため、40トン珪藻タンクの半数以上をクロレラ、ワムシ培養に利用できる余裕を生じた。現在は360トンタンクにかわり、40トンタンクを複数つつ、それぞれワムシ、クロレラ培養に使用が可能となった。この事により、計画的なタンク利用による、さらに連続的に安定したワムシ生産が可能となった。また培養槽の小型化により、ワムシ培養時のクロレラ補給等の一連の作業が容易になり、現在ではワムシ生産については問題ない。

Mysis移槽のための、屋外生産タンク内でのワムシの増殖は、採集したワムシを接種するのではなく、40トンタンクに複数に培養しているクロレラ、ワムシタンクでの増殖状態に応じて、タンクを選択し、サイフォンにて培養水ごと直接移される(珪藻タンクと屋外生産タンクは隣接している)。その後海水を加え、ワムシの増殖後、Mysisが移されるがその後4-5日間はほとんど管理は必要としない。この方法は、ブラインシュリンプの消費を従来の1/5に減少させると同時に、種苗生産の作業が飛躍的に簡素化された。この事は、現地において極めて重要な意味をもつ。すなわち、人為的な管理の下で、生物生産を実施する場合、担当者の資質により結果が大きく左右される。緻密な管理を必要としないで、ある程度、粗雑な方法でも安定した生産が可能で、再現性の容易な方法が、この種の技術開発を進めていく上で、現地では、優先される事を体験上、知り得た事を付記したい。

3 その他の餌料

(1) *Tetraselmis* sp.

細胞に葉緑体を有し、鞭毛により自由に運動する5-8 μ 程度の緑藻類である。以前、日

本では二枚貝の初期餌料に利用されていたが、その後、米国、Texas州 Galveston にある National Marine Fisheries Service において、Penaeid shrimp の初期餌料として利用されていたものが導入された。

培養方法は、自然海水中に種を接種し、以下の栄養塩を添加すれば、室内で容易に、 $3 - 4 \times 10^5$ cells/cc まで増殖する。

46 - 0 - 0	100 ppm
16 - 20 - 0	5 ppm

Tetraselmis sp. はウシエビ幼生 (Zoea II 以降) の直接の餌料として有効であり、増殖後は、クロレラと同様、緑色を呈するため、生産タンク内の水中照度を抑制する。このため生産タンク内での珪藻の過増殖を防ぎ、飼育環境のバランスを安定する事が出来た。また *Tetraselmis sp.* によるワムシ培養は、クロレラと同様に良い結果を得てワムシ投餌後の生産タンク内でのワムシの餌料としても効果があった。しかし、大型タンクを使用している *Tetraselmis sp.* の大量培養は、熱帯環境の下では、クロレラと比較して継続して培養する事が困難で (普通 5 - 7 日で落ちる) ある事、培養タンクの余裕がない事、砂口過による収穫が不可能であった事、作業が煩雑化する事等の諸事情で、前述のクロレラワムシによる種苗生産方法が開発されて以来、現在は *Tetraselmis sp.* の培養は実施していない。

(2) 海水順化した培養パン酵母

当初、珪藻不足時の補足餌料として、Zoea 期に前述のパン酵母 (ワムシの項) が投餌された (0.2 g/トン)。しかし投餌後の飼育環境の悪化を招く事があるので、海水順化したパン酵母の培養が考えられた。乾燥パン酵母 1g を淡水 1ℓ 中に溶解し、Brawn suger (粗製砂糖) 30g、16-20-0 3g を加え通気しながら、増殖を待って、徐々に海水に順化する。酵母が増殖すると、泡が出現し、培養液は茶色から白濁色に変わる。順化した酵母は種として、冷凍庫に保存するか、植え次ぎにより培養を継続する。必要時、実用規模に増殖させ、生産タンクに直接投餌する。(通常、飼育水 1 トンあたり 200 - 400 cc)。これは珪藻の供給の不可能な時、特に Zoea 期の緊急餌料として有効であった。下記の割り合いで設置した 200ℓ 水槽内に強力な通気を施すと、通常 4 - 5 日後にピークに達し、 $5 - 10 \times 10^8$ cells/cc まで容易に増殖する。

90 ℓ	自然海水
10 ℓ	培養酵母
3 kg	Brawn suger
300 g	16 - 20 - 0

(3) ブラインシュリンプ (*Artenria salina*)

ブラインシュリンプ乾燥卵は、現地では、高価で入手が困難である。当初、乾燥卵は、ふ化後、未ふ化卵とNaupliusを分離して、Naupliusのみを生産タンクに供試するという一般的な方法によったが、ふ化率の向上および効率的な卵の利用から、未ふ化卵も餌に活用できるよう、塩素によって卵殻を溶解して、ふ化後、未ふ化卵も含めて投餌する方法がとられた。また、40トン珪藻タンクの一面を利用し、クロレラ海水を培養しNaupliusを投入し、放置する(蒸発により高鹹化35-40%)、約10日後のアダルトに成長後、必要に応じて、網ですくいP10以降の生物餌料として活用している。1gの乾燥卵は約3万個体で、もしAdultで接餌が可能であれば、はるかに効率が良い。Adultブラインシュリンプの生産はほとんど放置状態でよく、タンク内での再生産も期待できる。

塩素処理によるブラインシュリンプ卵の手順は以下のとおりである。

- ① 100gの乾燥卵を1.2ℓ海水中に入れ、1時間ゆるい通気で放置する。
- ② Purex 1,000ccの中に、水を切った卵を入れ、オレンジ色に変わるまで通気により攪拌、この場合、温度があがるので前もって氷を入れて水温をさげる(28℃→24℃)方がよいが、通常の作業では省略。
- ③ 塩素のにおいの消えるまで卵を海水で洗う。
- ④ 容器に入れ海水中で24時間通気
- ⑤ 収穫

Purex : 市販の洗濯用漂白剤、有効塩素約5%

Ⅶ 種 苗 生 産 施 設

(1) 種苗生産タンク

SEAFDECでウシエビ種苗生産用に利用されている生産タンクは、日本でクルマエビ種苗生産用に一般に普及している大型水槽を模して建設された、鉄筋コンクリート製の容積 50 - 200 m³ 水槽である。

生産タンク		底面, 深さ	最大有効水量	タンク数	備 考
200 トン槽	屋 外	10 × 10 m 2 m	200 m ³	4 槽	プロペラ式攪拌機が 付属 2 回転 / 1 分
120 トン槽	屋 内 [※]	7.5 × 7.5 m 2.5 m	140 m ³	6 槽	内 4 槽 プロペラ式 攪拌機が 付属 1 回転 / 分
50 トン槽	屋 内 [※]	5 × 5 m 2.5 m	62.5 m ³	6 槽	攪拌機なし

※屋内タンクの屋根は白色プラスチック波板

各槽とも底は排水が容易なように排水口に向けて勾配が備けてある。(図19) バルブ、及びパイプ類は腐蝕防止のため、すべて硬質塩ビを使用している。海水は、取水後、一度砂で口過されて、種苗生産施設を含めた、SEAFDEC内の各実験施設に配水されるが、南西の季節風の吹く雨期及び台風時は、海岸が泥砂であるため、濁りが激しく、口過が困難になる。口過海水を使用することで、できるだけ安定した飼育水を得る、ウシエビ種苗生産では、この時期は独自に口過海水を確保する。120 トン槽に一度貯水された海水は泥の沈澱を待つて、ポンプにて口過槽(図20)を通して50 トン槽に貯水される。口過は通常一回であるが濁りの激しい時は2回実施する。50 トン槽に貯水された海水はさらに同一のポンプで他の口過槽を通して、他の50 トン槽に貯水される。口過海水は常時貯水して置き、圧力ポンプにて各生産タンクや珪藻タンクに送られる。このため5基の口過槽が50 トン槽の上に設置され、120 トン槽2槽、50 トン槽3槽は、この目的のために使用されるので、実際生産タンクとして利用しているのは200 トン4槽、120 トン4槽、50 トン3槽である。泥の粒子が細かいため、口過槽はすぐ詰まるので、定期的に逆洗される。口過海水貯水のこれらの一連の作業は、バルブですべて操作されるので煩雑ではない。

通気は、50 トン槽の場合はタンク上面の周囲に配管してある通気管のそれぞれの栓から10～15本のおもりをつけた軟質ポリホースを底に均等に配置し、通気する。通常エアストーンはつけない。120 トン槽、200 トン槽はプロペラ式攪拌機を備えているが、120 トン槽の場合は攪拌機の羽に沿って塩ビの通気管が配してあり、羽の回転と共に一様に通気が可能で、タンク

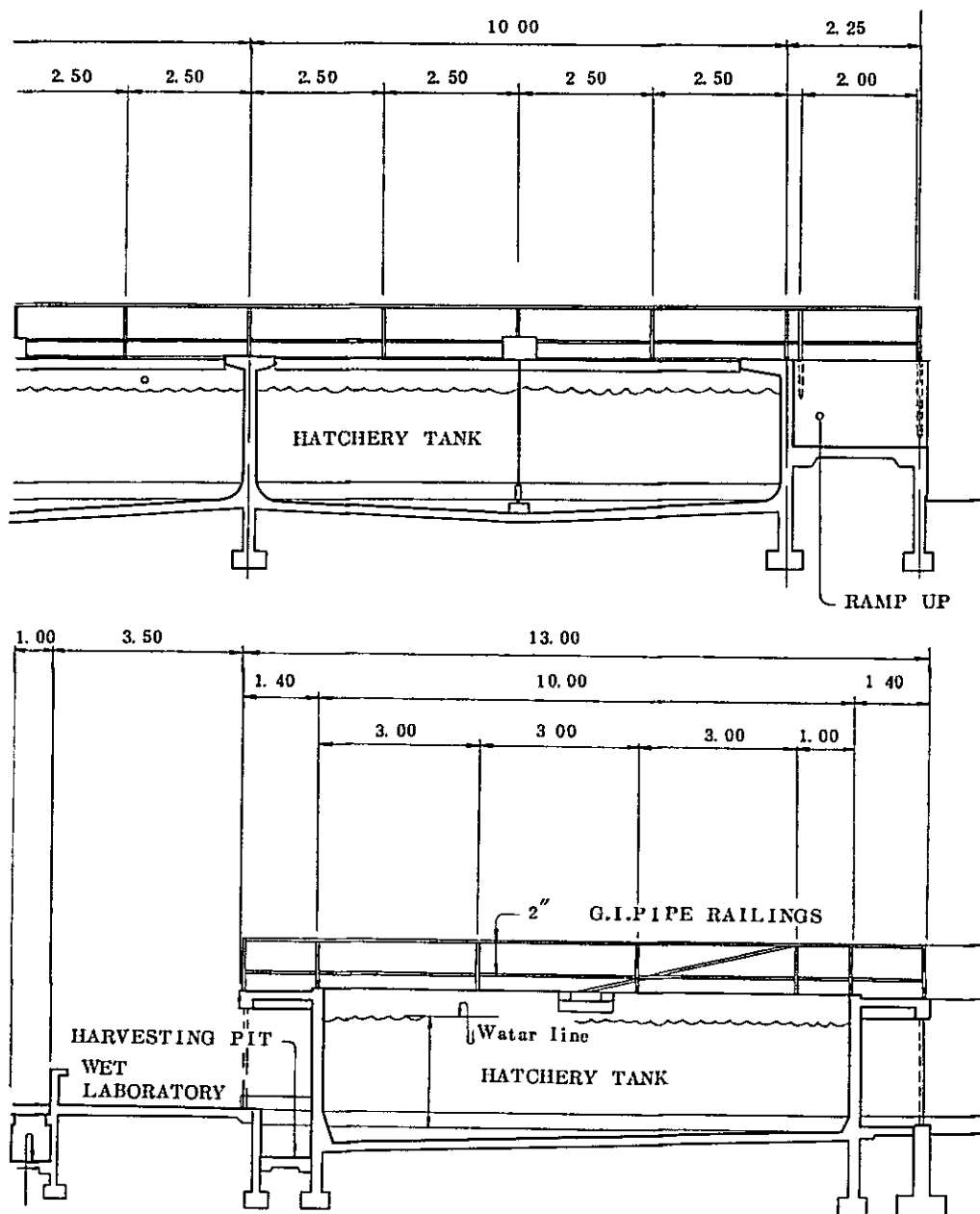


図 19 屋外 200 トン槽

の4隅にのみ軟質ポリホースを通して通気を行なう。しかし、200トン槽の場合は、この装置がないため、おもりをつけた約20本のポリホースを羽に当たらないように宙吊り状態で設置せざるを得ない。通気の動力は18.5kwのルーツ型ブロワーを種苗生産用に用いているが、通気管の配管工事が杜撰で漏れが多く、生産タンクをすべて稼動すると一定水深以上は通気が不可能となる。また、大部分が地下に配管されているため修理が難かしくなっている。配水管、通気管類は露出したほうが望ましい。

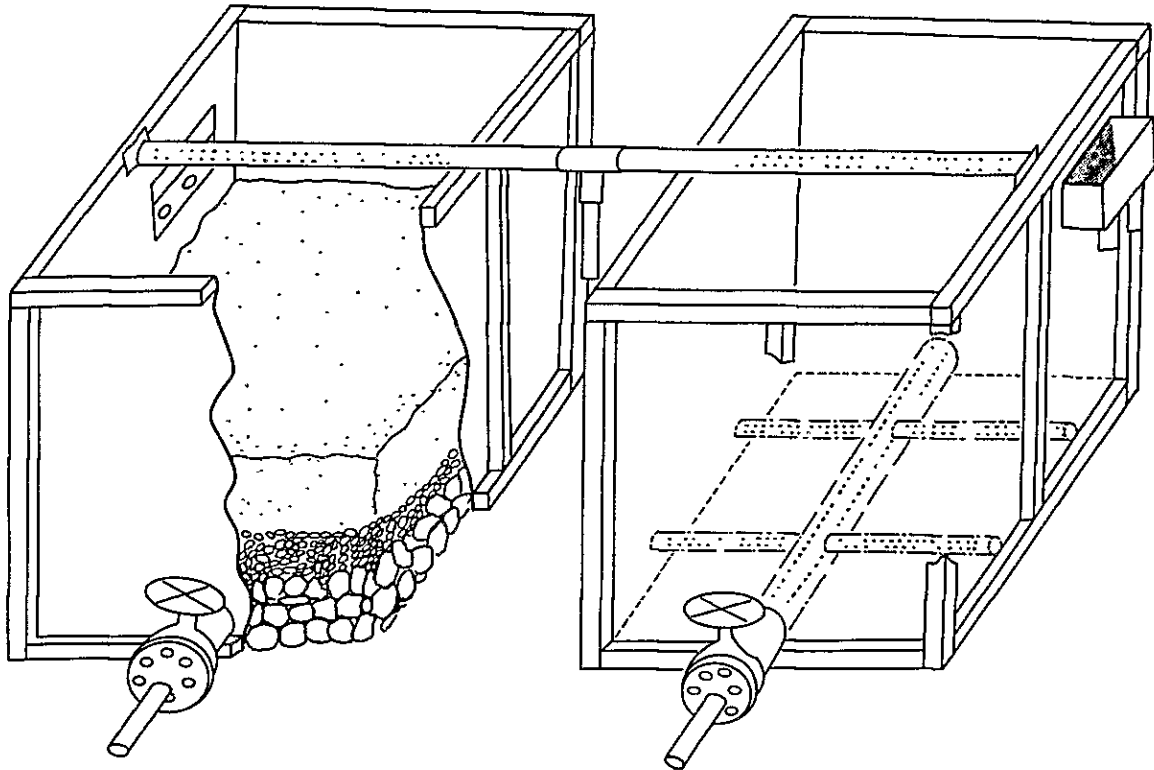


図20 口過槽（一槽容量2トン）

(2) 珪藻タンク

底面積 2×20 m, 水深 1 m の細長いコンクリート水槽で、屋外に 10 槽設置されている。タンク上部に一列に配管された通気管より 10-15 本のポリホースで直接通気されるか、縦の壁に沿って間隔をあけて並べてある 10-15 本の塩ビ管を利用したエアリフトにより培養水が動かされる。珪藻、クロレラ、ワムシ、ブラインシュリンプの adult の培養に使われている。珪藻の項で述べたように、増殖した珪藻は砂口過で濃縮されて集められるため、珪藻タンクの底面のレベルは高くなっており、口過装置が付属している。（図 21）

(3) 中間育成タンク

底面積 13×19 m, 水深 1.5 m のコンクリート製水槽で、屋外に隣り合せて 2 槽設置してある。水槽上部の周囲に沿って通気管が配してあり、60 本までのポリホースによる通気が可能である。クロレラ、ワムシ培養タンクとして活用されていたが、現在は Post larvae 以降の飼育、及び成長試験に利用されており、本来の使用目的に戻っている。

以上 3 種のタンクが、現在ウシエビ種苗生産に利用されている主な施設である。図 22 はその配置を示す。

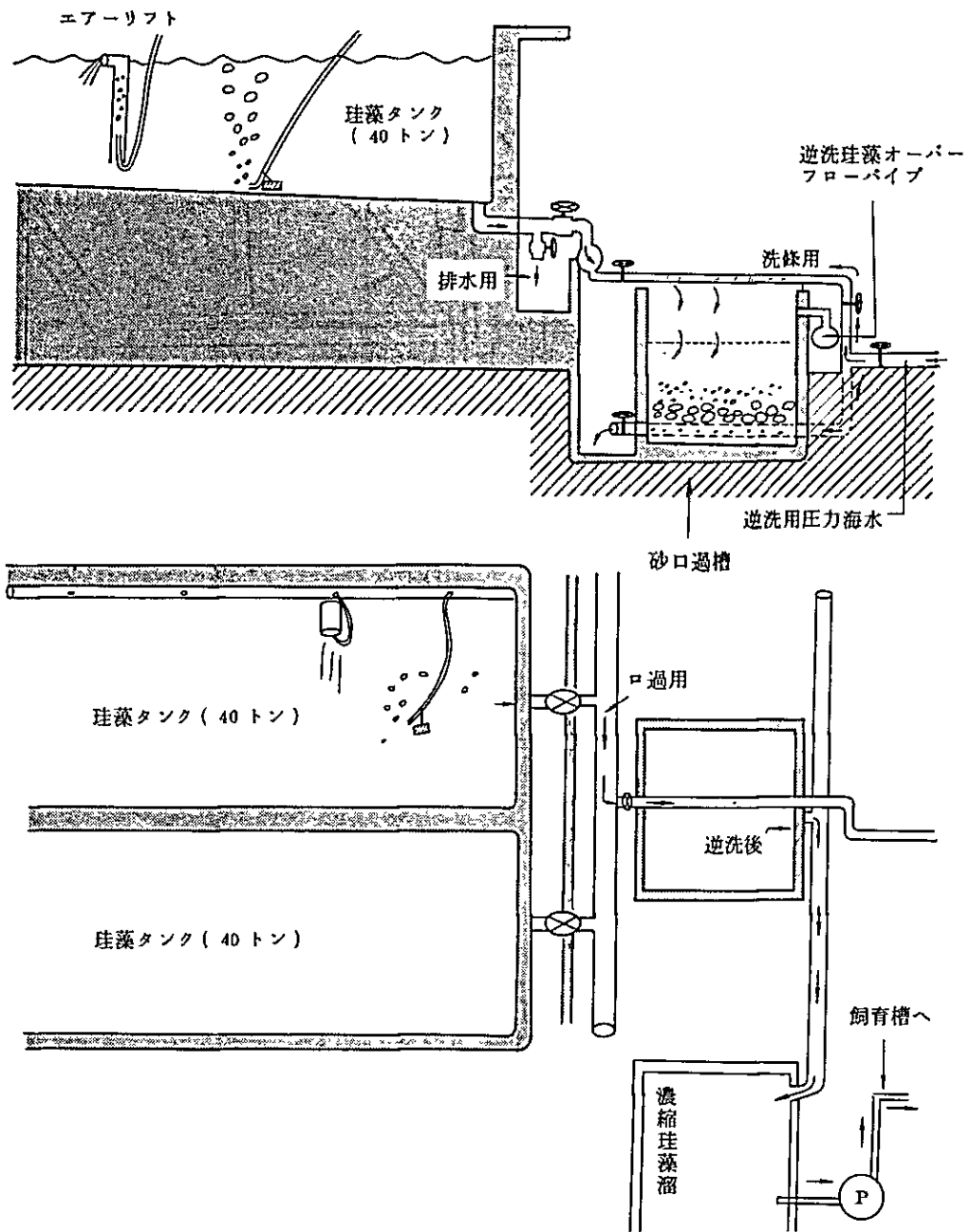


図21 珪藻口過装置

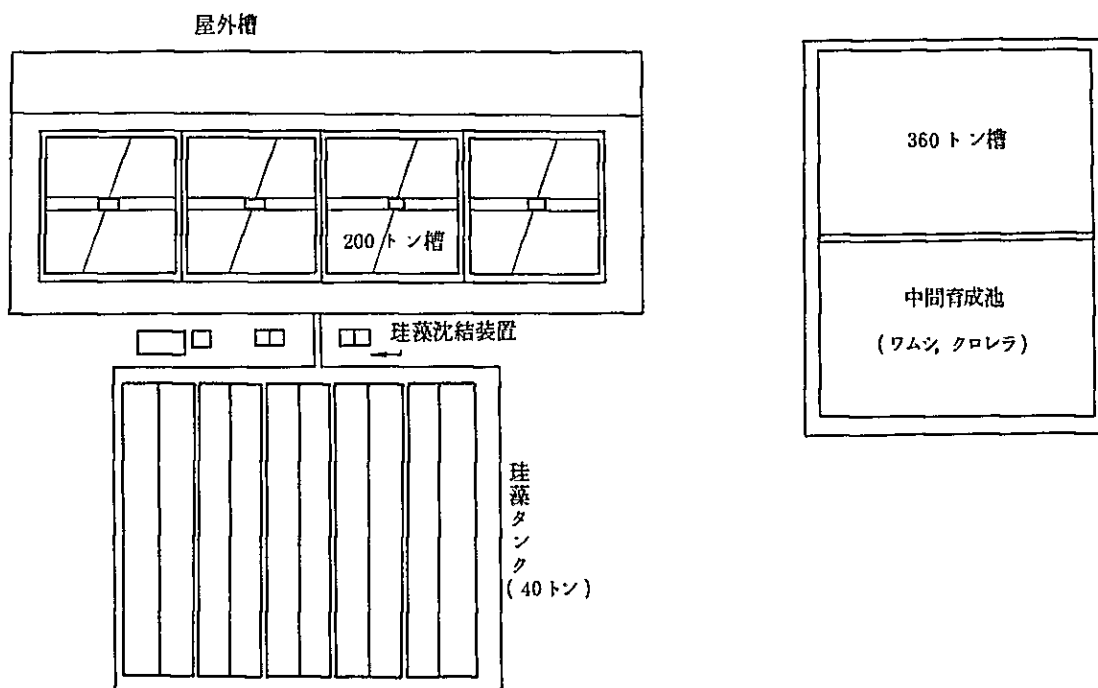
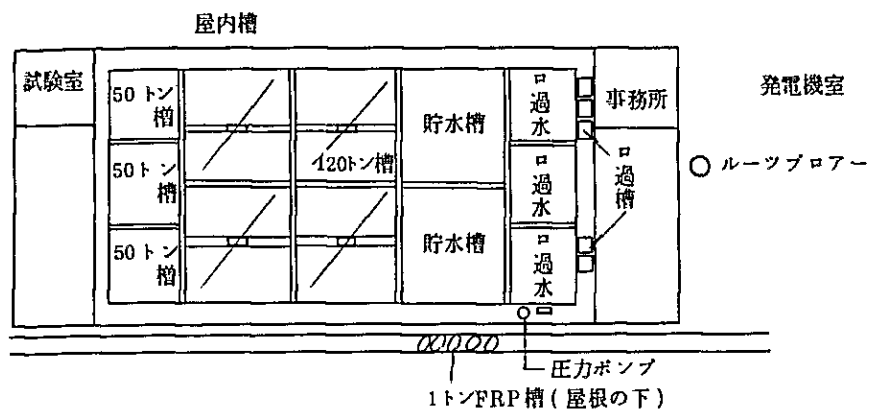


図22 種苗生産施設配置図

VIII 幼生の飼育

1 幼生の変態

ウシエビ幼生のふ化、変態は、脱皮による形態変化、体長等に若干の違いはあるが、クルマエビ (*P. japonicus*) の場合と、各 stage の習性、形態はほとんど同じである。

(1) Nauplius 期

卵は放卵後 14-16 時間 (水温 26℃-29℃) でふ化し、Nauplius となる。ふ化後 6 回の脱皮を経て、約 2 日で Zoea に変態する。脱皮毎にその形態は少しずつ変化し、体長が増加する。Nauplius 期は卵黄から栄養を吸収し接餌はしない。強いすう光性があり、3 対の付属肢を、蝶の羽のように動かし、断続的に運動する。背面を下にして休み、通気を止めると水面に浮上する。尾端の棘数で、おおよその脱皮回数が算定できる。

	I 期	II 期	III 期	IV 期	V 期	期
尾端の 数	1+1	1+1	3+3, 2+3	3+4	5+6, 5+5	7+7
体 長 mm	0.30-0.33,	0.31-0.38,	0.36-0.42,	0.34-0.43,	0.39-0.42,	0.50-0.58

(H. Motoh, 1979)

(2) Zoea 期

Nauplius 期の第 6 回目の脱皮とともに Zoea 期に変態する。その後 3 回の脱皮を経て Mysis に変態する。飼育環境によって所要時間は変わるが、SEAFDEC の生産タンク内では 4-5 日間である。Nauplius 期に出現した 4 対の付属肢が発達して、遊泳運動を始める。しかし、下半分が伸長するため動作は Nauplius 期に比較すると緩慢である。Zoea 期は摂餌を開始し、健康な Zoea は長い糞を引きずって遊泳する。Zoea 期の各期は次の形態的特徴から算定できる。

I 期	単眼、第 3 胸節以下は著しく伸長する。	※体 長 (mm) 0.96 - 1.17
II 期	複眼が外部に突出、胸部の 5 体節が明瞭になる。	1.72 - 2.04
III 期	第 6 腹節が著しく伸びる。尾節が発達し尾肢が外部に出る。	2.97 - 3.30

※ (H. Motoh, 1979)

(3) Mysis 期

Zoea は 3 回脱皮後、Mysis I 期に入る。生産タンクでの飼育条件では 4-5 日の内に 3 回の脱皮を経て Post Larvae に変態する。Mysis 期の形態は既に成体と非常によく似る。この期に発達した付属肢と 3 対の顎脚により、頭部を下に尾節を前方に出して、逆だちした状態

で、附属肢を忙しく動かして、背後方に跳躍するような遊泳動作をする。Mysis 期の脱皮は腹肢（遊泳肢）の発達により容易に算定できる。

	各期の脱皮による腹肢の変化	※体長 (mm)
I 期	腹肢は芽状に出現	3.28 - 4.13
II 期	腹肢はやや発達（カギ状に曲がる）	4.00 - 4.96
III 期	腹肢は 2 節を有する。	4.05 - 4.87

※(H. Motoh, 1979)

(4) Post Larvae 期

Post Larvae 期に入ると発達した 5 対の腹肢で遊泳する。腹肢は若干の剛毛を有する。額角には、上縁に 1 個の突起上の棘を生ずる。

Post Larvae は初期には水中を遊泳するが、生産タンク内での観察では、変態後 5 - 6 日後には壁面および底面に着くようになり、10 日後には物に付着するようになる。1 日 1 回位の割合で脱皮し、20 回以上脱皮すれば、成体と全く同じ形態となる、Post Larvae に変態直後の体長は 5.50 - 6.13 mm である。

2 産卵、ふ化

産卵は通常夜間行なわれ、雌は泳ぎながら、同時に貯精嚢に貯えられていた精子を放出し、卵を受精させる。日本におけるクルマエビの場合と同様であるが、フィリピンでは、ウシエビは年間を通して産卵する。輸送 Nauplius（親エビの項参照）が種苗生産に供試される以前は、漁場、及び養成施設から運搬された天然親エビ、養成親エビは、生産タンク内で直接産卵させた。到着した親エビは一時、1 トン FRP 槽でストレスの解消を待ち、その日の夕方、新しい口過海水を 50 - 100 cm の水深に張った生産タンク内に収容される。収容後は翌朝まで軽い通気を施し（攪拌機は作動させない）、点灯せずまっ暗な状態を維持する。大半が収容した当日の夜間から早朝にかけて産卵する。完全放卵の場合、一尾当りの放卵数は天然親エビで $200 - 1,000 \times 10^3$ 、養成エビで $100 - 400 \times 10^3$ である。表 16 は種苗生産に供試した親エビの、熟度、放卵率、使用した親エビ（未放卵も含む）の一尾当りの Nauplius 生産数を示す。

放卵エビは翌朝、タモ網で取りあげられるが未放卵エビ、部分産卵エビは、そのまま引き続き同一タンク内に残されるか、他のタンクに移され、二晩目の産卵に利用されるが、放卵率は極めて低い。1978 年の結果によると、22 回が二晩目の産卵のために別のタンクに移されたが、内 11 回は放卵エビ 0 尾であった。放卵した他の 11 回の例では使用エビ一尾当りに得られた平均 Nauplius 数は 14,800 であった。

親エビの供給の少ない場合は（5 尾以下）、通常 1 トン FRP 槽で産卵させ、ふ化を待つて、

表16 親エビの質，放卵率，一尾当りの Nauplius 生産数

	1976年	1977年
使用エビ総数	1,378尾	1,308尾
天然	100%	11.0%
養成	0%	89.0%
Stage 4	41.0%	24.5%
Stage 3	27.0%	54.3%
others	32.0%	33.3%
完全放卵	17.2%	35.8%
部分放卵	38.8%	30.9%
未放卵	49.0%	33.3%
平均Nauplius数/1尾	77,180個体	69,300個体

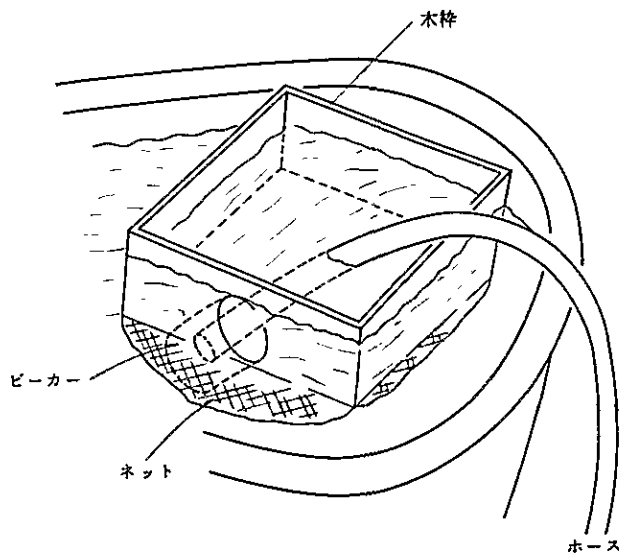


図23 小型槽の換水

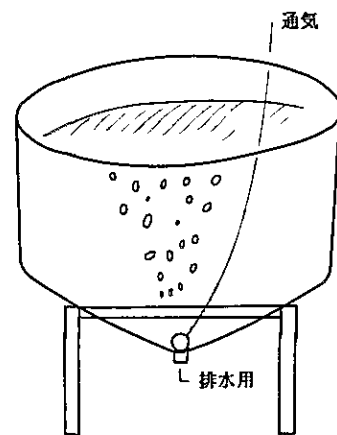


図24 産卵槽(150ℓ)FRP製

Nauplius の数により適当な生産タンクに収容される。FRP槽で産卵後は親エビは取り除き、新しい口過海水を入れかえ、清浄なふ化海水を維持する。受精卵は通気を止めると底に沈下する。海水の交換は図23のように卵が抜けないようにネットを通して、サイフォンで水を落とすが、この時、ホースの口にビーカーかそれに代わる物を当てると卵がネットに吸いつかず損傷が少ない。これは小型水槽で幼生を飼育する場合の水交換時にも有効である。

ふ化後の Nauplius は通気を止めると浮上し、光に集まり渦を形成するので、通常はこれを海水ごとすくい取るか、サイフォンで採集し、ポリバケツで生産タンクの上に運ばれ、口過海水を張ったタンク内に通気用ポリホースにてサイフォンで落される。この場合のホースの先端は

生産タンクの海水中にあり、Nauplius は常に海水中を移動させるようにする。

種苗生産に輸送Nauplius が使用されて以来、親エビは現場で産卵ふ化させ、Nauplius が生産タンクに収容されたが、親エビは原則的には、一尾ずつ産卵槽（150ℓ）に収容され、産卵、ふ化後極端にふ化率の悪い槽は棄却された。産卵槽（図24）は円筒形で底は浅い円すい形になっており、未ふ化卵、ゴミ等は除去ができると同時に、浮上した健康なNauplius の採集が容易なように改良されている。産卵後の管理、Nauplius の取り扱いは上記と同じである。18ℓポリ容器で輸送されたNauplius は生産タンク上に設置された300ℓFRP槽内に移され、細いホースにてサイフォンにて収容される。

3 飼育餌料

ウシエビ幼生への投餌は、クルマエビ幼生飼育技術がその基礎となった。現在、標準餌料として、Zoea 期-Mysis 期には *Skeletonema Costatum*, Zoea II 期-Post Larvae 初期には、ワムシ、幼生移槽後の Mysis II 期-Post Larvae 期には、ブラインシュリンプの Nauplius が使用されている。Leganes station の中間育成池での飼育が P5 からでも充分となって以来、原則的には P5 を収獲サイズとしたが、生産タンク内で P20-P30 までを継続的に飼育する場合は、ブラインシュリンプの adult および配合餌料が P5 以降与えられる。これらの標準餌料の開発の過程において、生産タンク内での幼生への摂餌のため、各種の餌がくりかえし供試され、ウシエビ大量種苗生産に適応できるかどうか検討されてきた。生産タンク内では種々の要因が複合しており、その都度、飼育環境は異なる。当然生産タンク内での、他の餌の存在、予期せぬ餌の発生等も考慮せねばならず、また、各種の餌が組み合わせて供試されるので、その時の生残率を比較して、特定の餌が最適であると一概には云えない。供試された餌の中で、飼育環境への影響が少なく、安定した種苗生産結果を得る事が可能で再現性の容易な餌がまず優先された。その後、餌の安定した供給、作業の省力化、経済性の観点から、省略可能な餌、コストの高い餌は除かれてきた。

(1) 供試した餌の種類

現在までに技術開発の過程において、利用されてきた餌の種類および投餌のための処理方法を次に列記する。

(i) 珪藻

珪藻とは別水槽で培養したものを生産タンクに適量投餌した場合である。（餌料培養の項参照）、生産タンク内での自然発生は考慮しない。珪藻の種類は、天然珪藻（優先種は連鎖状 *chaetoceros* sp.）、分離された珪藻として、*chaetoceros* sp.（単体）、*Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum*. であった。

(ii) ホンダワラ類 (*Sargassum* sp.), アマモ (*Zostera* sp.) のしぼり汁

海岸で採集したものを海水中でもみ、付着物（珪藻，有機物）をネットで集める。

(イ) Lab-Lab, Lumut のしぼり汁

上記と同じ要領

(ロ) ココナツの果肉

若いココナツの果肉を取り出しミキサーにかけ、良く洗滌後、粒子をネットでこして集める。

(ハ) *Tetraselmis* sp.

餌料培養の項参照

(ニ) *Chlorella* sp. (海産)

餌料培養の項参照

(ホ) パン酵母，海水に順化したパン酵母，餌料培養の項参照

(ヘ) ワムシ (*Brachionus plicatilis*)

餌料培養の項参照

(ロ) ブラインシュリンプの Nauplius, adult.

餌料培養の項参照

(コ) イガイ (*Modiolus matcalfei*) 肉

ミキサーにかけ、洗滌後、ネットでこし、幼生のサイズに応じた粒子にする。

(ク) 魚肉

マグロ，エソ類を使用，上記と同じ要領

(ケ) エビ肉

P. indicus, *P. merguensis*, *M. ensis* を使用甲皮をむき，上記と同じ要領

(カ) 配合餌料

協和発酵餵製クルマエビ用配合餌料，幼生初期はグラインダーで磨碎して幼生の Stage に応じてネットでふるう。

(2) 餌料と飼育結果

各種の餌料を使用して飼育した内で，比較的飼育結果のよかった例を図25に示す。

表17は過去の種苗生産技術開発において，その都度異なってくる飼育環境の中で，くりかえし供試した結果を総合的に評価してみた。

(3) 供試餌料の現状

現在は，通常の投餌スケジュールとして（例11）が実施されている。この場合，Mysis II 期における移槽用タンクである屋外タンクは，前もって海水を張り，少量の種を接種し，その後の自然増殖を利用しているため，移槽後は珪藻投餌の一連の作業は必要としない。自然増殖した珪藻は4-5日で急速に減少するが，幼生は既に Post Larvae 期に入っており，P5

◎：極めて有効， ○：有効
 △：使用できる， ×：使用できない。

餌料の種類	Zoea			Mysis			Post	
	I	II	III	I	II	III	>P5,	P5<
天然珪藻	○	○	○	○	○	○		
N. closterium	○	○	○	○	○	○		
Chaetoceros (単)	◎	◎	◎	◎	○	○		
Skeletonema	◎	◎	◎	◎	○	○		
Lab-Lab しぼり汁	△	△	△					
Lumut しぼり汁	○	○	○					
ホンダワラ, アマモしぼり汁	△	△	△					
ココナツ果肉	×	×	×	?	?			
Tetraselmis sp		○	○	○	○	○	○	
chlorella sp	×	×	×					
パン酵母	△	?	?					
海水酵母	△	△	△					
ワムシ			◎	◎	◎	◎	◎	
ブラインシュリンプ Nauplius						◎	◎	◎
adult								◎
イガイ肉							○	○
魚肉						×	×	
エビ肉				○	○	◎	◎	◎
配合餌料		△	△					○

表17 ウシエビ幼生飼育における各種餌料の効果

- 備考：(イ) 珪藻：全般的な幼生餌料として効果がある。特に Zoea 期の主餌料として極めて有効。この場合、生産タンク内での適正濃度を維持する事が重要である。供試した4種はいずれも有効であるが S. costatum, chaetoceros sp. (単体) が培養が安定しており容易である。S. costatum の場合は他と比較して生産タンク内での過供給による急増殖は少ない。
- (ロ) Lab-Lab のしぼり汁：泥が付着しているので処理が困難、採集が煩雑。
- (ハ) Lumut のしぼり汁：珪藻が供給不可能な時の代用餌料として有効。有機質の粒子が主体であるが底に沈下するので頻繁な攪拌が必要。
- (ニ) ホンダワラ, アマモ類のしぼり汁：量的に採集が困難、珪藻不足時の代用餌料として有効。
- (ホ) ココナツの果肉：処理が煩雑、投餌すると珪藻類がココナツ粒子に付着し飼育水が透明となる。Mysis 期以降のエサとして考えられる(未試験)。
- (ヘ) Tetraselmis sp.：Zoea II 期から Post Larvae までの餌料として有効、生産タンク内でのワムシの餌としても有効。培養および供給方法が困難、生産タンク内での珪藻の増殖を抑制する利点がある。
- (ヘ) chlorella sp.：餌料としての効果はない。生産タンク内でのワムシの餌として有効、水質を安定させる(珪藻の過増殖の抑制等)。

- (イ) パン酵母：餌料としての効果は不明。供給直後から Zoea は糞を引き出す。酵母供給により、生産タンク内の二次生産物が餌料として期待できる(?)。しかし過供給は水質を悪化させる。
- (ロ) 海水順化したパン酵母：珪藻供給不可能時の代用餌料として有効。
- (ハ) ワムシ：Zoea 後期から Post Larvne 前期までの動物性餌料として極めて有効。培養が容易、水質の悪化を抑制。
- (ニ) ブライン Nauplius：Mysis 後期からの動物性餌料として極めて有効、高価である。
- (ホ) ブライン adult：Post Larvae 7-8 期から投餌可能。卵からの養成は容易。
- (ヘ) イガイ肉：Post Larvne 期の餌料として有効、良く洗滌しないと珪藻の過増殖、水質の悪化を招く。
- (ヘ) エビ肉：Post Larvae 期の餌として極めて有効、処理が煩雑、高価 20 ペソ/kg
- (コ) 配合餌料：幼生初期には珪藻不足時の補足餌料として有効。Post Larvne 後期に有効、入手が困難、ウシエビ用配合餌料は繁殖部局にて現在開発中。

で収獲するので比較的影響は少ない。また(例12)は珪藻にかわって移槽用タンク内にクロレラを使用してワムシを前もって増殖させる。これは珪藻の急激な増殖を調整できる利点もあり、Post Larvae を長期間飼育するのに有効であった。移槽時ブラインシュリンプは多目に投餌すると、捕食されなかったブラインの Nauplius は生産タンク内で adult に成長するが、幼生が P7-8 に成長した時点で捕食されるようになる。現在、この方法で移槽時で Mysis II 期 1,000 尾/m² で P26 まで飼育し、移槽時から 67.0%，2,700 尾/m² で P38 まで 34.3% の生残率を得た。しかし幼生の飼育密度の検討が必要であり、(例11)に応用できれば飛躍的にブラインの消費が減少する。この方法での高密化飼育は、これからの課題である。

4 飼育環境と管理

餌料培養の項でも触れたが、生産タンク内でバランスのとれた生態系を形成し、その中で幼生を飼育するという極めて合理的な日本でのクルマエビ種苗生産方式は、熱帯環境の中にあっては幼生飼育以前の問題として、バランスのとれた飼育環境を形成する事が困難であると云う基本的な壁にぶつかった。そのため、この方法を一時忘れる事にし、日本での community culture 方式が開発される以前の飼育方法が再考され、最初にクルマエビ幼生飼育に成功した 35 年前が原点となり、種々の試みが重ねられてきた。

この場合、日本の施設を模して建設された大型生産タンクを利用して、大量生産を目的とした幼生飼育を考慮した場合、種々の要因が混合している生産タンク内で、いかに飼育に適した環境を作り上げるかが基本となった。熱帯地方に適合できる飼育環境づくりが検討され、幼生の飼育管理もこれに従って変遷した。当初、餌料としての珪藻も、いかに生産タンク内に増殖させるのではなく、いかに増殖を抑えるかに努力がはらわれた。同一タンク内で飼育環境が悪化するので、環境が悪化する前に、幼生を新たに飼育環境を整えたタンクに移すと云うのも一

図 25 各種飼料の組合わせと飼育結果の例

	N	Z1	M1	P1	P5	収獲	備 考
(例1)							
幼生数×10 ³	1,860	1,850	1,340	950	—	120(P17)	
各期の生残率%		99.4	72.4	70.9	—	—	
天 然 珪 藻		—————					
パ ン 酵 母		—————					P1. 移槽
Lunut 汁		—————					
Brine				—————			
イ ガ イ 肉				—————			
(例2)							
幼生数×10 ³	380	370	350	240	190	50(P13)	
各期の生残率%		97.4	94.6	68.6	79.2	26.3	
Nitzchia sp.		—————					
ワ ム シ			—————				
パ ン 酵 母		—————					
Brine				—————			
イ ガ イ 肉					—————		
(例3)							
幼生数×10 ³	1,760	1,690	1,720	1,270	1,490	1,350(P10)	
各期の生残率%		96.0	100.0	73.8	100.0	90.6	
パ ン 酵 母		—————					
Chaeto (単)		—————					
ワ ム シ			—————				
Brine				—————			
エ ビ 肉			—————				

	N	Z1	M1	P1	P5	収獲	備考
(例4)							
幼生数×10 ³	1,800	1,540	1,200	1,200	940		
各期の生残率%		85.5	77.9	100.0	78.3		
Chaeto (単)		-----					
ワムシ		-----					
Brine			-----				
エビ肉				-----			
(例5)							
幼生数×10 ³	1,010	700	730 (1,210)	890	610		M1 移槽
各期の生残率%		69.3	100.0	73.6	68.6		同 Stage 他の槽より混合
Skeleto		-----					
ワムシ		-----					
Brine			-----				
配合餌料		-----					
(例6)							
幼生数×10 ³	5,120	4,390	3,310	2,330	1,620		
各期の生残率%		95.1	75.4	70.4	69.5		
Chaeto (単)		-----					珪藻不足
ワムシ		-----					
配合餌料		-----					
Brine				-----			
エビ肉				-----			

	N	Z1	M1	P1	P1	収獲	備考
(例7)							
幼生数×10 ³	900	1,080	630	420	420		
各期の生残率%		100.0	58.3	66.7	100.0		M1. 移槽
Skeleto		-----					
ワムシ		-----					
Tetra		-----					
Brine		-----					
(例8)							
幼生数×10 ³	1,790	1,510	1,210	1,050	870		
各期の生残率%		84.3	80.1	86.8	82.9		M1, 2 移槽
Skeleto		-----					
ワムシ		-----					
Tetra		-----					
Brine		-----					
(例9)							
幼生数×10 ³	1,150	1,020	740	700	600		
各期の生残率%		88.7	72.5	94.6	85.7		M1, 2 移槽
Skeleto		-----					移槽前日 Skeleto 増殖
ワムシ		-----					
Tetra		-----					
Brine		-----					

	N	Z1	M1	P1	P6	収獲	備 考
(例10)							
幼生数×10 ³	370	350	330	330	180		屋内50-L槽
各期の生残率%		94.6	94.3	100.0	54.5		
Skeleto		-----					
培 養 酵 母			-----				
ワ ム シ			-----				
Brine				-----			
(例11)							
幼生数×10 ³	1,080	1,020	(1,300) 970	1,050	1,110		M1, 2 移槽、同Stage 他槽より混合
各期の生残率%		94.4	95.1	68.3	100.0		
Skeleto		-----					P1以降 注藻自然増殖
ワ ム シ			-----				
Brine				-----			
(例12)							
幼生数×10 ³	300	270	130	—	—		90(P26) M1, 2 移槽
各期の生残率%		90.0	48.1	—	—		69.2(M1から)
Skeleto		-----					P7以降自然発生
ワ ム シ			-----				移槽タンク内ワムシ増殖 50 inds/100
Brine							adult 成長 F7から消費
タ ロ レ ラ							飼育槽ワムシ用
配 合 飼 料							

つの方法として考えられた。水温の高い熱帯では腐敗が早いので餌料は出来るだけ生物餌料を供試し、また前述したように、こうした生物餌料が生産タンク内で適当に維持し、幼生の餌料として活用しながら共存させると云う community culture の合理性も、その後の技術開発の過程で、幼生の一時期の飼育方法として再び活用されてきた。

(1) 生産タンクと自然環境

図26は1978年3月から1980年2月までの2年間の養殖部局での気温、雨量、海水水温、海水塩分濃度の経月変化である。

養殖部局ではウシエビの種苗生産は年間を通して可能であるが現在の施設を利用して実施している種苗生産は、その時の天候、自然環境に左右されやすい。小型水槽による観察では Post Larvae 初期（頭胸甲長 1.6-1.9 mm）では水温 9℃-36℃で 90%以上、塩分濃度 16-41‰で 80%以上の幼生が生存可能な事が確認されている（H.Motob 1980）しかし種々の要因が複合されている生産タンク内では水温、塩分濃度はより狭い範囲内でその飼育に影響してくる。特に、乾期と雨期では生産結果に大きな差がみられる。

過去の乾期と雨期の飼育結果を比較してみると次の様な一般的現象および傾向がみられる。

- (1) 乾期は Zoea 期, Mysis 期は比較的安定しているが、移槽後の Post Larvae 2-3 日後に大きな斃死がみられる。水温 27.0-29.0℃, 塩分濃度 32-35‰

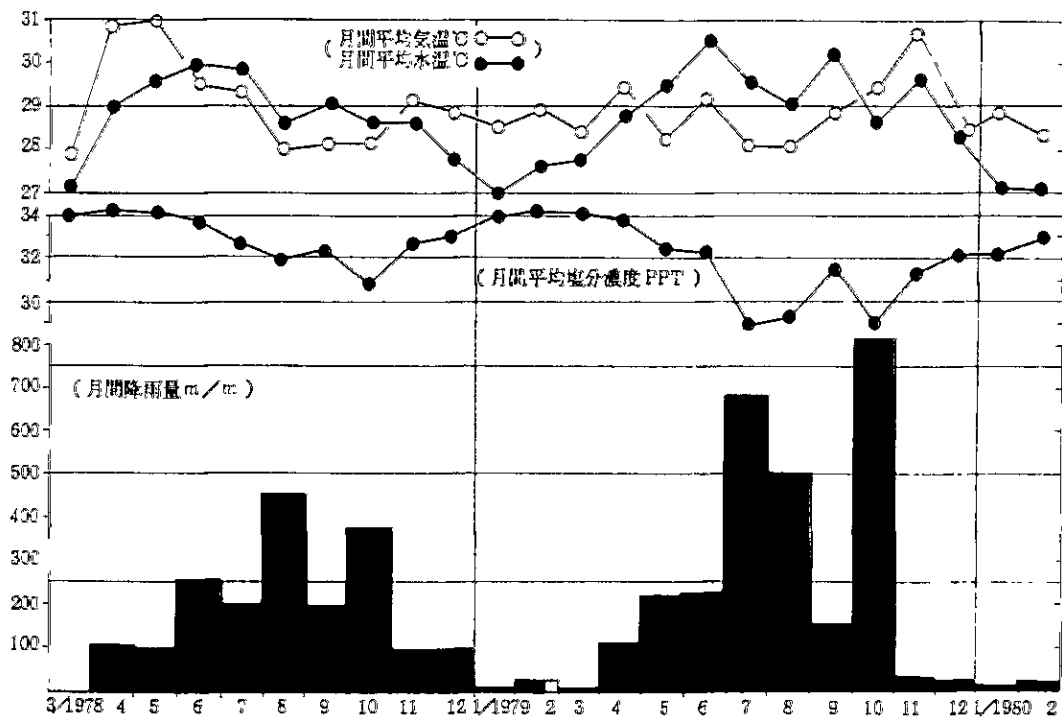


図26 気温、水温、塩分濃度、降雨量 経月変動 (Tigubauan, 9 AM)

	稼 回	動 数	N	Z1	M1	P1	P5	N-P5
乾 期 (3月-5月)		10	幼生数 ($\times 10^3$) 14,420 生残率 (%)	12,840 89.0	6,530 50.9	4,278 65.5	1,265 29.6	8.7
雨 期 (7月-9月)		16	幼生数 ($\times 10^3$) 20,260 生残率 (%)	18,450 91.0	11,751 63.6	6,093 51.8	5,205 85.4	25.7

表18 各 stage 毎の雨期と乾期の生残率の差 (1978)

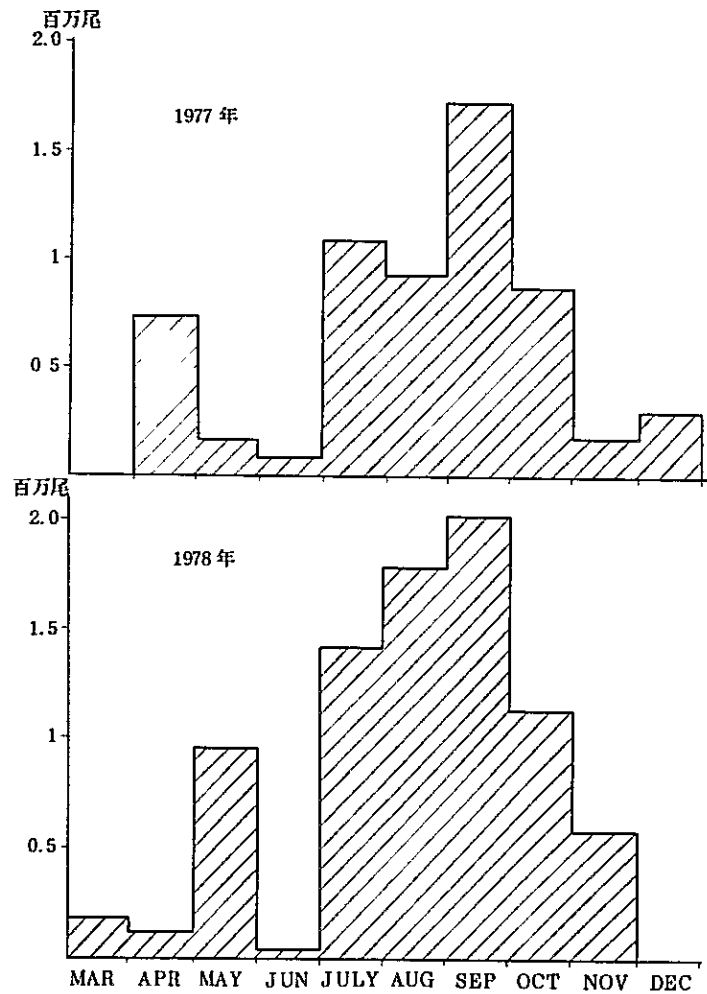


図27 月別種苗生産数

(㊦) 雨期はMysis期での屋外タンクへの移槽後、偶然の降雨により塩分濃度が徐々に低下するとPost Larvaeの生残率が向上する。塩分濃度29-26‰。

- (イ) 雨期における大量斃死は台風、ストームにより、十分な飼育水の確保が困難になる事、停電、その他の物理的事故で環境維持が困難となり、カビ、バクテリア疾患が発生して起こる場合が多い。
- (ロ) 長期にわたる降雨は飼育水の水温が低下し(25℃-25.5℃)幼生の変態が遅れる事が多く、同時に歩留りが落ちる。
- (ハ) 雨期には30%以上の塩分濃度の飼育水の確保が不可能な時はZoeaへの変態率が極端に落ちる。またZoea期の飼育成績が悪い。

乾期と雨期の大きな違いは飼育水の塩分濃度の差である。雨期の降雨量は台風による影響が大きい。河川の流出水の影響を受ける養殖部局地先の海水を直接取水している生産タンクの飼育水は、その時期の塩分濃度が直接飼育水の塩分濃度となり、屋外タンクは、さらに降雨により塩分濃度が低下する。ウシエビ幼生飼育の場合、クルマエビと大きく違う点は、塩分濃度が飼育環境の中で極めて大きな要因となる事である。Nauplius, Zoea期には31-34%の安定した海水、Mysis期以降は30%以下のある程度低い塩分濃度の飼育水が、生産向上のための必要条件となってくる。

雨期は比較的この条件を満たす機会が多いため乾期と比較して一般的に生産が安定している。図27は1977年、1978年の月別種苗生産数を示す。生産数は圧倒的に雨期に集中している。1月、2月は親エビ養成数の減少、水温低下による幼生の変態の遅滞等、生産に不都合な点が多くみられるので便宜上、この期間を施設、機材の補修、修理に充当し、原則的に生産は休業としている。

人為的に飼育水の条件を調整する事は、小型タンクの場合、比較的容易であるが、養殖部局の場合、大型タンク故、非常に困難となっている。現実には、飼育水の条件、特に塩分濃度の調整は、その時の天候に負う処が大きく、この事を考慮した生産計画が検討されている。乾期には十分な淡水の供給が不可能な限り、飼育水の自然条件に応じた生産が合理的である。このため、Mysis以降も低塩分を必要としない、*P. indicas*, *P. merguensis*等がこの時期の種苗生産の対象種に変わりつつある。また、雨期には、極端に塩分濃度の低下する台風時を避けて、あらかじめ安定した海水を貯水し(種苗生産施設の項参照)、幼生初期は屋内タンクで貯水海水を使用して飼育し、Mysis期以降は屋外タンクに移し、降雨により飼育水の塩分濃度が自然に低下する機会を多くしている。

種苗生産施設を新設する場合、ウシエビを生産対象種とする時は、立地条件として、自然環境による塩分濃度の影響とその対策としての年間を通しての安定した自然海水の供給と淡水の確保は慎重に考慮されるべきである。表19は各Stage毎の平均水温、塩分濃度と生残率の比較的、良い例の結果である。

屋 内 槽 N-Z1 (120トン)		屋 内 槽 Z1-M1 (120トン)		屋 外 槽 M1-P1 (200トン)		屋 外 槽 P1-P5 (200トン)	
N 数 ×10 ⁶	℃ 水温	Z1 数 ×10 ⁶	℃ 水温	M1 数 ×10 ⁶	℃ 水温	P1 数 ×10 ⁶	℃ 水温
% 塩分	% 生残率	% 塩分	% 生残率	% 塩分	% 生残率	% 塩分	% 生残率
1.0	28.0	0.7	28.3	1.2 [*]	28.1	0.9	27.8
34	69.3	34	100	34.3	73.5	33.3	68.7
3.0	28.4	2.4	28.3	1.5	27.5	0.7	28.0
35	77.0	34.7	61.7	33.0	47.9	32.5	46.9
1.1	28.0	1.1	27.3	0.6	27.0	0.4	27.0
33	100.0	33.5	58.3	33.0	66.6	34.5	98.8
1.8	27.0	1.5	27.0	1.2	27.0	1.0	28.5
33	84.4	33.0	80.1	34.5	86.4	33.5	82.8
1.1	26.5	1.0	27.5	1.7 [*]	26.0	1.1	27.2
33	94.4	32.9	95.1	30.4	61.8	30.6	100.0
2.6	26.0	2.5	26.5	1.0	25.8	0.7	26.3
33	94.6	32	41.2	30.5	72.5	29.3	69.7
1.5	28.0	1.3	27.0	0.7	27.0	0.5	28.0
32	86.3	32.5	57.1	31.0	62.5	32.0	77.3
1.7	27.8	1.5	26.5	1.3	27.0	1.2	25.0
32	91.0	32	85.3	31.0	92.2	29.5	77.1
3.8	26.5	2.3	26.5	1.5	27.0	0.6	26.0
31	59.8	32	64.6	29.0	44.6	27.0	68.2
1.2	26.5	1.0	26.0	0.7	25.0	0.9	27.0
31	88.7	31	88.7	26.0	82.0	27.5	65.4

※ 移槽時、他槽の同 stage の幼生を混合

表19 各 stage 別 平均水温、塩分濃度と生残率

(2) 珪藻密度と飼育環境づくり

幼生飼育に適した飼育環境づくりは、まず環境を不安定にさせる要因は極力避けるようにすべきである。度々重複するが幼生初期の主餌料である珪藻は日照量の強烈な熱帯環境の中にあつては、飼育槽内で急激にピークに達し短期間に減少する。その後新たに接種しても同飼育水の中では再増殖は期待できない。この事は、その後の継続した飼育環境に間接的に影響してくる。すなわち、接種されなかった大半の珪藻はピークを過ぎると死滅し、腐敗の早い高水温下にあつては水質悪化の原因となりうる。これは種々の要因が複合している大型飼育槽内では、相乗的に影響し、その後の飼育環境を不安定にさせる充分条件となりうる。この事から飼育環境づくりとしての珪藻の過密状態を出来るだけ避け、適正な珪藻の密度が検討され、珪藻の不必要な供給、飼育槽内での増殖を抑制するため、種々の対策が考えられた。

(a) 無施肥の場合の抑制効果

種を接種後、栄養塩を添加しない場合でも、珪藻は急速に増殖して3-4日後には確実に急落する。表20は無施肥の場合の200トン屋外槽での珪藻濃度と照度および飼育幼生数の変動を示す。Mysis期以降、屋外槽に移された幼生は、その時の飼育条件によって差はあるが、概して珪藻濃度が急激に減少する時点での減耗が大きい。Zoea期、Mysis期はさらにこの傾向が強い。

経過日数 時刻	1日目				2日目				3日目				4日目				
	9	11	15	19	9	11	15	19	9	11	15	19	9	11	15	19	
珪藻濃度 ×10 ³ cells/cc	*				22	122	78	126	196	120	92	68	52				
照度×10 ³ Lux	58	110	25		74	60		64	310	54	86	82	36				
幼生数×10 ³					MII, 1,020				MIII, 770				MIII, P1, 740				
	5日目				6日目				7日目				水温 27.5-28.4℃ 塩分 32-34‰				
	9	11	15	19	9	11	15	19	9	11	15	19					
	12	3	0	*	10	*	16	12	0	0	0	0					
	64	290	54		86	82	36	58	110	25							
	P 2, 230				P 3, 110				棄却								

*珪藻供給 (S. costatum)

表20 200トン屋外槽での珪藻濃度、照度、幼生数の変動

(b) 海水の注水による珪藻濃度の稀釈

珪藻が増殖後、珪藻濃度を稀釈するために、飼育水を抜き(水交換の方法については後述)新たな海水を注入すると、多少継続して珪藻は維持できるが再増殖の回復力は大きく、

低濃度での維持は困難である。また途中より、付着珪藻を中心とした塊が出現し水交換のためのネットが目詰を起し水抜きが困難となる。この塊は日中水面に浮上し、夜間は底へ沈む。収穫後、水を落した底は沈着物が多量に残り、生残率はこれに反比例する。すなわち生残率の良い場合は沈着物はほとんどみられず、掃除した直後のようにきれいである。

表21は屋外200トン槽における水交換とそれによる珪藻濃度、幼生数の変動の一例である。

経過日数 時 刻	1日目			2日目			3日目					
	9			9	15	22	9	15	22			
珪藻濃度 ×10 ³ cells/cc	* 8			56	94	46	* 62	112	64			
Stage ×10 ³ 幼生数	MII 2,500			MII MIII 1,700			MIII 1,200					
	4日目			5日目			6日目		7日目		8日目	
	3	9	11	15	9	3	9	3	9	3	9	3
	68	* 18	142	78	26	60	88	108	14	30	* 24	* 38
	P1 320			P2 320			P3 300		P4 210		P5 50	

*珪藻供給, ▲1/2水交換, 平均水温: 27.0℃, 平均塩分消費: 34%

表21 飼育水の交換と珪藻濃度(200トン屋外槽)

(c) 遮光膜の使用

遮光膜を使用し、飼育槽内の照度を低下させる事により、珪藻の増殖を抑制し、幼生の接飼のための珪藻は培養珪藻(珪藻培養の項参照)を適宜、必要量供給するようにした。使用した遮光膜はクレモナ寒冷紗で標準規格は以下のとおりである。

品 番	色 相	遮 光 率
◆ 327	鼠	61%
◆ 600	黒	51%
◆ 610	黒	58%

寒冷紗を飼育槽上面に覆う事により、日射を遮えぎった。この場合、寒冷紗を重ねて使用する事により、照度をより低下させる事が可能である。表22は5枚重ねた例で珪藻の増殖は飼育槽内では徹底的に抑制した。

日時	数刻	1日目			2日目			3日目			4日目			5日目		
		9	11	15	9	11	15	9	11	15	9	11	15	9	11	15
照度 Lux × 10 ³		2.5	4.6	2.0	1.1	2.6	1.7	2.0	7.0	1.6	5.5	3.0	1.9	1.6	3.8	1.4
珪藻 × 10 ³ cells/cc		6	10	6	12	18	8	11	8	4	0	0	0	0	0	0
幼生 stage		Z1			Z1.2			Z2			Z3			Z3M1		

Nauplius 数 2.5×10^6

表22 遮光膜使用による照度の調整と珪藻の維持

飼育幼生数にもよるが、Zoea I, II期には比較的珪藻の供給は順調であったが、Zoea III期から急に珪藻の接種量が増加するため供給が追いつかなくなった。この方法はZoea III期以降は珪藻供給のための作業が煩雑となり、24時間継続して管理を必要とするため、極めて非現実的である。ある程度飼育槽内での珪藻の再生産を期待できるような遮光膜の使用法が必要とされた。

(d) *Tetraselmis* sp の利用

Tetraselmis sp は増殖すると水色が濃緑色となり、水中照度が極端に低下するため、珪藻の増殖を抑制する効果がある。表23は*Tetraselmis* sp を供給した場合の飼育槽内での珪藻濃度の範囲である。

幼生の Stage	Z2 - M1	M1 - P1	P1 - P5
珪藻濃度の範囲 × 10 ³ cells/cc	4 - 52 (28)		
()内は平均値	8 - 96 (37)		
	2 - 34 (26)	22 - 4 (14)	
	4 - 40 (23)	4 - 120 (37)	
		20 - 30 (24)	10 - 48 (32)
		10 - 76 (26)	10 - 76 (30)
		12 - 36 (21)	2 - 42 (16)

表23 *Tetraselmis* sp を供給した場合の珪藻濃度の範囲

Tetraselmis sp は同時に幼生の餌料としても活用できる極めて効率的な餌料であったが、前述したように、大型飼育槽の場合、安定した培養、供給に難点があり現在は活用されていない。小型飼育槽では比較的容易に利用できる。

(e) 珪藻濃度調整の現状

飼育槽内での珪藻の増殖を抑制するため、種々の試みが実施されたが、これらの過程に

において、珪藻濃度が飼育に影響する Zoea 期の管理として以下の方法が現在では極めて日常化され、Zoea 期の飼育は比較的安定してきている。Zoea I - Mysis I 期までは屋内飼育槽を使用する。通常屋内槽での照度は屋外の約 $1/10$ で、屋内槽の建物の中心部で $10,000 - 18,000 \text{ Lux}$ 、窓際で $25,000 - 30,000 \text{ Lux}$ である。飼育水は定期的に検鏡し、トーマ血球盤で珪藻細胞数を計数し、計数値に応じて培養された濃縮珪藻（珪藻培養の項参照）を供給する。過供給により高密になった場合は、Zoea III 期までは海水を加えて希釈できるがその後は水を落して新海水を加える。標準珪藻濃度は以下のとおりである。

Zoea I	$5 - 10 \times 10^3 \text{ cells/cc}$
Zoea II	$15 - 30 \times 10^3 \text{ cells/cc}$
Zoea III	$20 - 50 \times 10^3 \text{ cells/cc}$

濃縮された培養珪藻は飼育槽内での自然増殖を考慮して出来るだけ少な目に供給する事がコツである。クルマエビの Zoea 期の飼育水と比較すると飼育水の色は薄く淡い緑黄色を呈し極めて頼り無くみえるが、この場合の方が生残率が良い。濃縮珪藻の供給の頻度は幼生数により差があるが $1 - 1.5 \times 10^6$ 尾/120 トン槽においては Zoea I 期で1日1回0.5 トン、Zoea II 期で2-3回各0.5-1 トン、Zoea III 3-4回各1 トン-2 トンが普通である。屋内槽の場合、遮光膜は使用しない。Mysis に変態後は通常1-2日後で幼生は屋外200 トン槽に移される。移槽前日、屋外槽は口過海水を有効容積一杯に張り $0.1 - 0.2$ トンの濃縮珪藻を添加する。珪藻は幼生が Post Larvae に変態する頃、ピークに達するが、その前に水を落して新海水を注入し濃度を希釈する。Post Larvae 期は珪藻の過増殖、急落の現象の飼育への影響が比較的少ない事、P5 で収穫する事等で、この方法での Post Larvae 期の珪藻濃度の管理は問題ない。雨期は降雨による飼育水の塩分の低下を期待する事、台風時に遮光膜の設置が困難である事等で、遮光膜は通常使用しない。乾期は通常2-3重の遮光膜を利用して照度を調整している。また前述したように、Mysis を移す前に、クロレラを使用して、屋外槽にワムシを増殖させ、その中に幼生を収容するという方法も新しい試みとして実施されている。この場合の珪藻は、移槽前日 $0.5 - 1$ トンの濃縮珪藻を供給するが、クロレラの添加により、飼育槽内での増殖は抑制できる。

表24 は比較的飼育結果の良かった場合の、各 Stage における、飼育槽内での珪藻濃度の範囲である。（ ）内は各 Stage 期の平均珪藻濃度を示す。

(3) 幼生の飼育密度

安定した飼育環境を形成する条件の一つとして飼育槽内での珪藻濃度が論議されてきたが、前述の表24 が示すように生残率はその時の幼生の飼育密度が大きく影響される。産業として種苗生産を評価する場合、飼育の過程における生残率よりも、最終的に何尾生産されたかが、

屋 内 槽		屋 外 槽				×10 ³ 収容 Nauplius 数
Z1-M1		M1-P1		P1-P5		
珪藻濃度 ×10 ³ cells/cc	生残率 %	珪藻濃度 ×10 ³ cells/cc	生残率 %	珪藻濃度 ×10 ³ cells/cc	生残率 %	
0-70(24)	95.9	0-88(28)	38.6	40-266(101)	72.2	730
0-90(24.5)	31.8	8-170(52)	27.3	6-196(47.8)	45.4	4,100
4-52(16)	95.8	8-120(45)	60.3	26-133(61)	68.8	700
4-56(24)	62.1	0-6(0.4)	29.8	0-20(3)	46.8	2,350
6-44(19.2)	58.3	6-62(24)	66.7	16-78(48)	98.8	1,080
2-64(27)	80.1	6-42(22)	86.4	2-48(27.1)	57.4	1,510
12-46(24)	95.1	4-100(43.3)	58.3	10-68(36)	100.0	1,020
4-72(28)	41.2	2-82(24)	72.4	2-28(16)	69.7	2,450
6-46(19)	57.1	5-140(44)	62.0	10-48(32)	77.3	1,260
4-54(33)	85.3	10-76(26)	92.2	10-76(30)	77.1	1,500
6-60(25)	65.8	12-178(63)	44.6	2-36(19)	68.2	2,260
10-106(36)	72.5	10-376(90)	※100	2-52(20)	65.4	1,020

※塩分濃度 26%

表24 飼育槽内での珪藻濃度と生残率

生産結果の評価として優先される。そのため、生残率がある程度低くても、小型槽と比較して、一度にまとまった数の生産が可能である事が大型飼育槽使用の場合の有利な点の一つであった。しかし親エビおよび Nauplius の供給が限られ、かつコストの高くつく現状では、現状の飼育法において、安定した生残率の得られる飼育密度の上限を探索し、供試された親エビ、Nauplius を効率的に利用する事を考慮しなければならない。また種々の要因の複合している大型飼育槽内では飼育途中の幼生の斃死は、その後の飼育環境を不安定にさせる要因を含んでいる。

実際には、飼育槽内での幼生密度は親エビ、Nauplius の供給次第で決定した。片寄った時期の過供給や、充分でない供給数を、限られた飼育槽に収容している現状では、飼育密度を考慮して収容する事は極めて困難であった。種苗生産の効率を考えた飼育槽での適正密度を維持するためには、計画的な親エビ生産、Nauplius の生産が必至である。表25, 26 は1978, 1979年次の生産結果から、機械的に飼育密度を逆算し、その時の生残率と比較した。

飼育環境が均一であれば、飼育密度が低い程生残率が向上するのは当然であり、大型槽における効率的な飼育密度を知る事は容易である。しかし現実には種々の要因が複雑に存在し、

収容 Nauplius 数 ×10 ³ /120 トン槽	例 数	N-MI の平均生残率	1 回の平均 Mysis I 生産数 ×10 ³ /120 トン
4,000 - 4,500	3	41.4 %	1,880
3,500 - 3,900	3	31.0 %	1,180
3,000 - 3,400	9	27.8 %	870
2,500 - 2,900	5	44.4 %	1,260
2,000 - 2,400	3	50.2 %	1,113
1,500 - 1,900	10	56.9 %	981
1,000 - 1,400	12	66.5 %	781
500 - 900	12	61.4 %	487

表25 Nauplius の収容数と Mysis までの生残率 (屋内 200 トン槽)

P1 での飼育密度 ×10 ³ /200 トン槽	例 数	P1-P5 平均生残率	1 回の平均生産数 ×10 ³ /200 トン
2,000 - 2,400	3	8.0 %	177
1,500 - 1,900	—	—	—
1,000 - 1,400	8	49.2 %	557
500 - 900	9	57.6 %	432
200 - 400	10	71.4 %	214

表26 P1 の幼生密度と P5 までの生残率 (屋外 200 トン槽)

水質環境、餌の質量、幼生の前歴等々の飼育条件がその都度異なってくる大型槽における幼生飼育の場合、必ずしも低密度すなわち高生残率という個々の結果を示さない。他の要因を考慮せず、単純に生残率-飼育密度を今までの結果から判断すると、現状での飼育方法では、N-MI まで 8,000-16,000/㎡、移槽後は 5,000-7,500/㎡ が効率的な飼育密度と云える。

(4) 飼育水の管理

輸送 Nauplius はその時の供給数に応じて、口過海水を水深 1m に張った屋内 50 トン槽か 120 トン槽に収容される。その後、飼育水は珪藻濃度、幼生の動きを考慮しながら毎日 10-40cm の新しい口過海水を注水して水位を上げる。これは経験から、幼生の動きが弱い時、斃死が目につく時に、新しい海水を注水すると回復する機会が多い事、適正な珪藻濃度を維持する事、結果的に生残率が向上する事等の理由で、この場合の注水量の判断は現状では担当者経験と感に頼っている。Zoea 期の幼生は珪藻を摂餌し、長い糞をひきながら動きまわるが、Zoea III 期に入ると、これらの排泄物の量は急に増加し、落ちた珪藻と共に、飼育水

中で分解し水質を不安定にする。通常は Zoea III 期 Mysis I 期までに満水位に達するので、以後は換水 (30-50%) によりひきつづき、新海水を注入する。しかしこの方法でも同一タンクで飼育を継続していると、結果的に、Post Larvae 変態以前にカビ、バクテリア疾患により大量斃死する例が多かった。(この時の飼育水の PH の範囲は通常 8.1-8.25 と正常である)、このため、幼生の斃死が起らない前に、幼生を他の飼育槽に移し、出来るだけ同一槽での飼育期間を短縮する事が考えられた。現在は屋内水槽での飼育期間は Nauplius 収容から 7-8 日目までの Mysis I, II で屋外槽に移槽している。クルマエビの Zoea, Mysis 期幼生の飼育に比較すると神経質すぎるぐらいの管理が必要とされているが、ウシエビ幼生の場合、現在の処、この方法が最も安定した生残率を得る。水交換は以前は、状況によっては、Zoea II 期から始めていたが、輸送 Nauplius を使用して以来、飼育槽での期間が短縮され、現在では早く Zoea III 期、飼育管理が順調に行った時は Mysis 期の移槽まで換水は必要としない。

(a) 換水の方法

換水用の装置は幼生が抜けないように網をかぶせた枠からサイフォンあるいはバルブで排水する。色々の型が試されたが (図 28) 一長一短あり、現在では網替えが容易である事、攪拌機により起こる水流の影響が少ない事で、PVC 板で円筒形の枠 (直径 80 cm, 高さ 1 m) を作り、網の袋をかぶせたものを飼育槽の上に吊ってサイフォンで排水している。ホースは直径 7.5 cm の透明軟質プラスチックのサクシオンホースを使用している。枠の中のホースの吸い口は閉鎖し、先端部に小穴をあけ、吸引力を分散すると同時に、網枠の中にホースが空気を吸わないように工夫した強力な通気を施し、網目が詰まらないようにしてある。排水側のホース口は高さを調整する事で、水の勢いを調節する事が出来る。排水の所要時間は 1/2 換水で、通常 50 トン槽で 30-45 分、200 トン槽で 1 時間-1 時間半である。網袋は幼生の Stage に応じて交換する。表 27 は現在使用している網目とウシエビ幼生の各 Stage の体長、甲巾を示す。

(b) 幼生の移槽方法

幼生の移槽は原則として、飼育中の幼生がすべて Mysis に変態した翌早朝実施する。Zoea 期の移槽は極めて慎重にやっても減耗が大きいのでは避けるべきである。Mysis の採集は、攪拌機を停止後、換水装置を利用して出来るだけ水位を落した後、収養用水路に、排水バルブロまでサイフォンから排水された飼育水を溜めた中に、カヤを逆さまにしたような網を排水口に接続させて設置する (図 29)、排水バルブを調整しながらゆるやかに水を抜きネットに幼生を受ける。ピーカーでネット内の Mysis を観察しながらある程度高密度になったら、バケツで海水ごと幼生をすくい、屋外飼育槽上に設置されたゆるい通気を施した 300 # FRP 槽に収容し、計数後、サイフォンで屋外槽に移す。健康な Mysis は飼育槽の底、

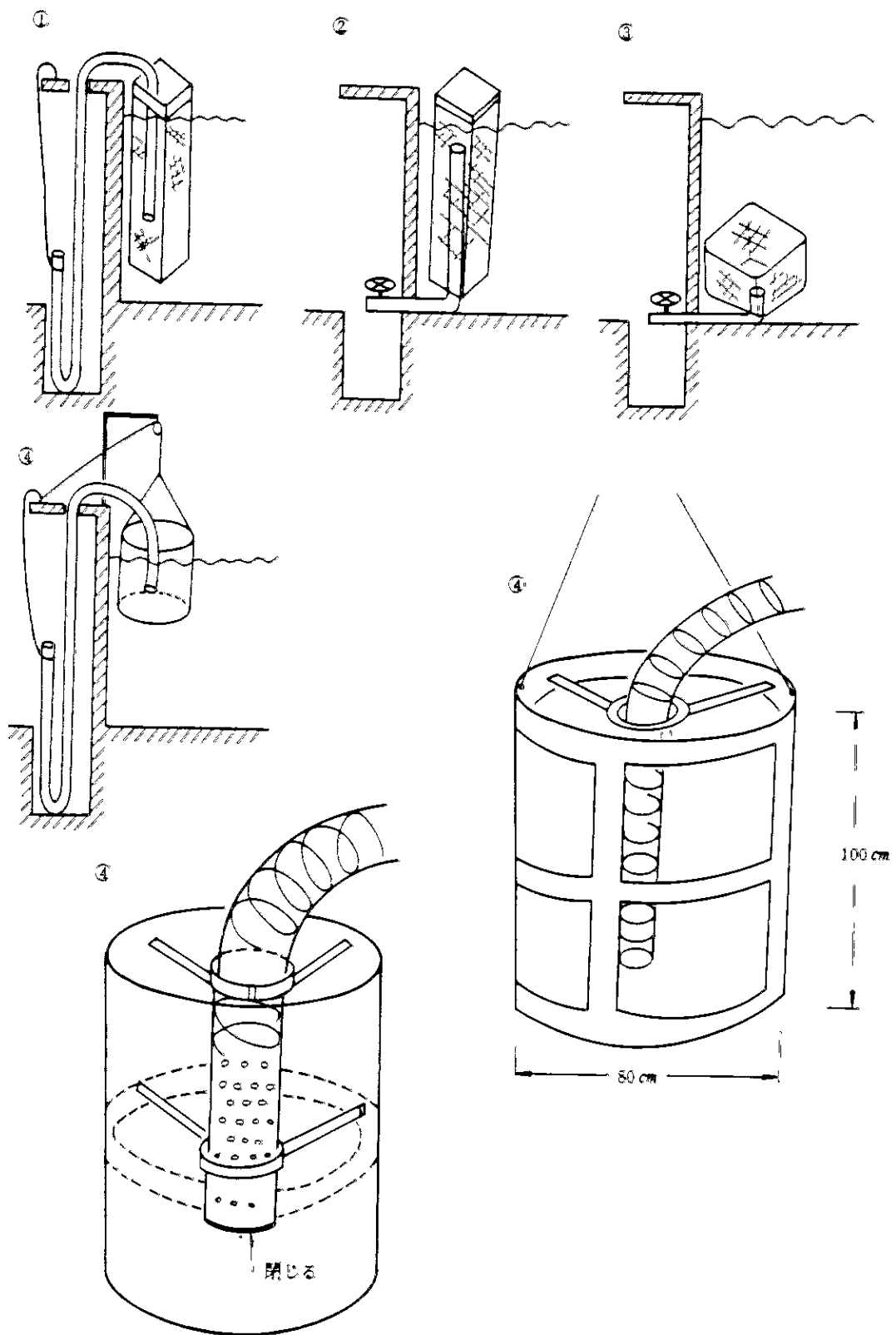


図28 換水装置（現在は④を使用）

Stage	平均体長* mm	平均甲巾* mm	ニップ強力網 (ポリエチレン)		
			曲 寸 目	網目/インチ	目 巾 %
Zoea II	1.70	0.58	70 目	59 × 56	0.286
Zoea III	3.12	0.64			
Mysis I	3.78	0.63			
Mysis II	4.28	0.60	50 目	42 × 40	0.437
Mysis III	4.56	0.63			
Post 1	5.74	—	30 目	25 × 23	0.691
Post 5	7.53	—			
Post 10	9.58	—			

(* H. Motoh 1979)

表27 幼生のサイズと使用する網目

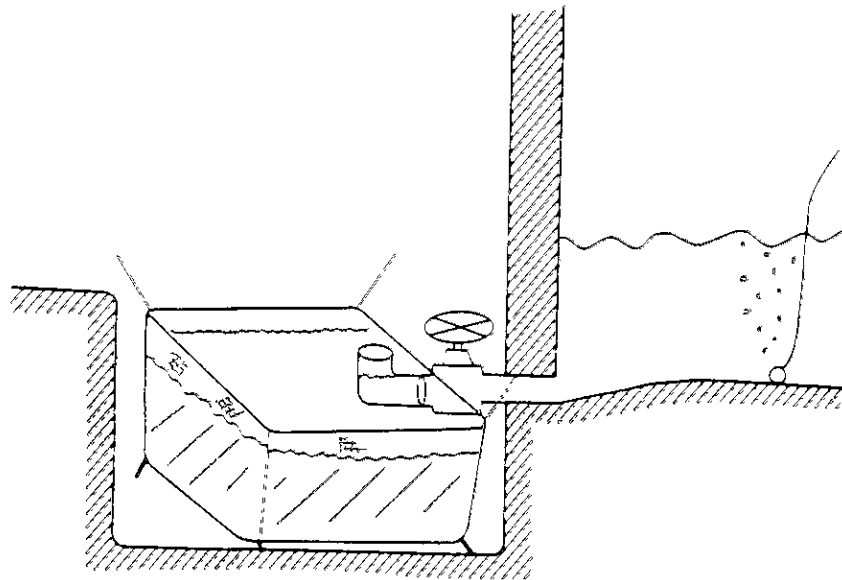


図29 幼生採集用網

隅に濃縮して集まるので飼育水が抜け切らない内に海水で底を流し、幼生を排水口に押しやる。飼育が順調な時は底にほとんど沈着物が見られないので問題はないが、飼育結果の悪い時は幼生の死骸、沈着物が多いので、最後の排水は慎重に行ない、これらが排水される前にバルブを閉め、採集を終了後、棄却する。移槽による幼生の減耗は通常10%以下である。

(c) Mysis 移槽の効果

表28 は屋内タンクで収穫まで同一タンクで継続的に飼育した場合と、Mysisで屋外タンク

クへ移槽した場合の生残率の比較である。いずれも飼育槽内で産卵させた場合である。

	期 間	生産例		N	Z1	M1	P1	P5	N-P5
同一槽	1977年 6.3 -10.6	6 例	幼生数 ×10 ³	6,500	5,640	3,570	1,480	359	
			生残率 %		86.8	63.3	41.5	24.3	5.5
移 槽	1978年 6.15 -9.30	16 例	幼生数 ×10 ³	20,260	18,450	1,157	6,093	5,205	
			生残率 %		91.0	63.6	51.8	85.4	25.7

表28 同一槽，移槽で飼育した場合の生残率の比較

同一槽で継続して飼育した場合 Post Larvae に変態後の斃死が大きい。これは長期にわたって同一槽の飼育槽の飼育環境を維持する事が困難な事を明確に示している。通常斃死は環境悪化に付帯してカビ疾患が発生し大量斃死に至る例が多い。

(5) その他の飼育環境管理

(a) 飼育水攪拌装置

種苗生産施設の項で前述したように、屋外 200 トン槽，屋内 120 トン槽にはプロペラ式攪拌機が備えてある。これは底面に向けて傾斜している木製の羽（巾は中心部で 15 cm，先端部で 10 cm）を減速ギアをつけたモーターで回転する事により飼育水を攪拌させる。羽の一片の長さは 200 トン槽で 4.5 m，120 トン槽で 3 m，それぞれの槽の壁面一杯に延びている。羽が傾斜しているため，羽を回転させる事により，底に沈澱した残餌をまきあがらせて，餌料として再利用すると共に，沈澱物が分解し底質が悪化する事を防ぐ効果がある。

当初，飼育水をかきまわすために重い攪拌棒を使用していたが大変な労力で以降はこの作業が省力化された。特に屋内槽は通気装置が羽に併設されているので，より効果的な攪拌が可能である。屋内槽で Zoea, Mysis 期を高密度で飼育する場合，餌および幼生を均等に分布させ接餌の機会を増やすと同時に飼育環境を均一にする効果があり，生残率は安定して向上した。しかし，珪藻濃度を調整して，沈澱物をほとんど生じさせないで，Mysis で既に移槽する現在の飼育法では，飼育密度が 10,000/㎡ 以下の場合では必ずしも必要でなく，通気だけでも同様の生残率を示す。

屋外槽に移してからは，飼育期間が P5 までで約一週間と短期間である事，生物餌料が主体である事，飼育水を回転させると，浮遊珪藻が落ちた後，付着珪藻を主体とした塊が

出現し、換水の時不都合である事等の理由で、過常は飼育密度が低い時（5,000/m³以下）はPost Larvaeに変態後は作動させていない。攪拌機の回転数は1分間に屋外1回転、屋内2回転であるが、諸々の観察では、飼育水の流れが早すぎる懸念がある。回転数の検討が必要であろう。

(b) 餌料の供給量について

ウシエビ幼生に有効な餌料については前述したが、これらは飼育槽内で適正な濃度、密

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 を飼育水中に維持
	M 2 - P 5	3 - 10個体/cc を飼育水中に維持
	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
ブラインジュリンブ 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 - 50g を1日4回
	P 8 - P 11	幼生10万につき 60 - 120g を1日4回
	P 12 - P 20	幼生10万につき 130 - 200g を1日4回
エビ肉	Z 3 - M 2	幼生10万につき 15 - 20g を1日2回
	M 3 - P 2	幼生10万につき 30 - 60g を1日2回
	P 3 - P 5	幼生10万につき 30 - 50g を1日4回
	P 6 - P 10	幼生10万につき 50 - 100g を1日4回
配合餌料	P 3 - P 7	幼生10万につき 8 - 11g 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 - 25g 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 - 40g 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 - 80g 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	5×10 ⁸ cells/ccの濃度の酵母 50 - 100cc を1日4回
パン酵母※	Zoea I期	飼育水1 m ³ につき 1日 0.5gまで
配合餌料※	Zoea期	幼生10万につき 0.5 - 1g 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

表29 各餌料の標準給餌料

度を維持している場合に有効であって、過供給は飼育環境悪化の原因となりうる。供給量は他の飼育条件、幼生密度、他の餌の存在によって調整されるべきであるが表29に既に前述した珪藻以外の餌の給餌の目安として、標準供給量を示す。

(6) 幼生の疾病と対策

飼育槽内で発生する幼生の疾病は、多くの場合、木質の悪化、餌不足、高密度飼育、幼生の前歴等の悪条件が重なり、適正な飼育管理が維持できなくなり、同時に幼生が衰弱し、寄生体におかされやすい状態になった時発生した。飼育槽というかなり閉鎖された水域では、飼育環境の悪化は寄生体の繁殖を促がし、短期間の内に幼生間に伝播しやすい条件を形成する。疾病による斃死は結果であって、疾病に至る経過、条件が検討されるべきであり、このため幼生の疾病対策として、疾病したらいかに治療し、薬剤等で処置するのかわというのではなく、まず、いかに疾病の発生しにくい環境をつくり、健康に幼生を飼育するかという、大型水槽の場合、より現実的な対策がこの場合もやはり優先された。

(a) 付着珪藻，原生動物

長期間、同一槽で飼育を継続していると、飼育水が汚ぐれ、種々の原生動物、付着珪藻が幼生の体表の局所に付着したり、腸管に寄生し正常な飼育に影響する。健康な幼生の場合、ある程度の付着は、脱皮と共に離脱するが、繁殖し付着が多くなると、遊泳、接餌が困難となり、幼生が衰弱し、他の疾病を併発したり、脱皮が困難となり斃死する。

現在は同一槽での飼育期間が短い事、珪藻濃度を調整して飼育水の汚れが少ないため、これらの出現する機会は少ない。飼育槽内で観察された原生動物、付着珪藻を表30に示す。

Licomophora sp	付着珪藻	
Nitzschia sp	付着珪藻	
Vorticella sp	周毛類	ツリガネムシ
Zoochlamydomonas	周毛類	
Acineta	吸管虫類	
Ephelota	吸管虫類	
Gregarina	胞子虫類	腸管に寄生

表30 幼生に寄生した原生動物、付着珪藻

(b) カビ類

カビ疾患も常にその時の飼育環境および幼生の健康状況に付帯して発生する。飼育条件の悪化と共に幼生が弱り、その結果として、カビが幼生体内に増殖し、大量斃死を引き起こしてきた。1977年には43回の種苗生産の内30回にカビ(Lagenidium sp)の発生がみ

られ、内17回がP5までに全滅した。この現象は安定した種苗生産を目指す上で大きな障害となって来た。飼育槽でみられるカビによる大量斃死のパターンは、おそらく餌と共に体内に入ったLagenidium sp.の胞子が、幼生の衰弱時、体内で発芽し、菌糸が増殖して斃死に至らしめる。この時には他の種のカビも二次的に発生する。閉鎖された飼育槽内では短期間の内に、他の弱った幼生にも蔓延し、2-3日の内に全滅する例が多い。現在までにLagenidium sp.の他にSirolpidium sp, Haliphthoros sp.が確認されている。この内ではLagenidium sp.が最も斃死率が高い。現在の処、胞子が生育して、菌糸体になるまで24時間以内で、短時間であるため、罹病した幼生への効果的な治療法はない。大型水槽では毎日幼生を検鏡し、カビ疾患をチェックし、疾患がみられた場合は、他の幼生への伝播を最小限防ぐため換水、流水等の処置を施す。状況によってはそのまま消失するが、その後の管理が不十分だと後半再び発生して斃死を引き起こす例が多い。また、マラカイドグリーン、トリフラン(除草剤)等の薬浴も試みられたが、大型タンクの場合は現実的でなく、全滅はまぬがれるが、結果的に生残率が低く、生産された幼生も弱い。

カビ疾患の対策として、予防が最も効果的な方法で、発生後は飼育槽を充分天日で乾燥させ、15ppmの塩素で消毒した。その後は定期的な塩素消毒を徹底させ、健康な幼生を飼育する事に留意した。飼育管理技術の向上と共に現在はカビ疾患がみられるのは稀である。

(c) その他

(i) バクテリア疾患

これも飼育環境の悪化に伴って発生するが、斃死に至る場合は単独で発生するよりはむしろ幾つかの疾病が重なる場合が多い。抗生物質(Tetracycline 1.0ppm)等の使用により、ある程度の発生を抑制する事は可能であったが、薬品の入手が困難である事、高価である事、継続使用の弊害の問題で通常は使用しない。

(ii) Red body

原因は不明であるが、飼育環境が悪くなるとみられ、運動がにぶくなり放置しておくとカビ疾患等を引き起こし、大量斃死に至る。しかし、換水、移槽、新鮮な餌の供給により環境を整えると回復する。このため幼生の健康状態の目安となり、肉眼観察で幼生の体表が赤っぽくなってきたら、換水等の処理をする。

IX Post Larvae の収獲と輸送

種苗生産槽で飼育された幼生は、当初P20以上を収獲サイズとしたが、Post Larvae後期の減耗が大きく、除々に飼育日数を短縮して収獲するようになってきた。1976年にはP10を収獲し、民間業者に配付し池養殖に供試したが、直接養成池に収容したため歩留まりが悪く不評をかった。

1977年に入り、Loganes stationに中間育成池が完成し、P5で収容しても、生産槽で継続して飼育するよりは良い生残率を示し、コストが安い事、生産槽での飼育日数が短縮され、効率的に生産槽を使用できる事等で、現在は、生産槽での収獲サイズはP5としている。

Loganes stationは現在200㎡、16面、500㎡、16面、1,000㎡、24面の中間育成池があり、P5-P35までの約1ヶ月間飼育している。生産された種苗は各実験、試験に供試されるが、余剰種苗は民間業者に販売される。生産槽で生産されたP5は中間育成池に収容不可能な場合は、個人で中間育成池を持っている業者に直接販売されるか、飼育槽に余裕のある時はP20-P30まで飼育する。種苗の販売値段は、天然種苗のシーズンにより差はあるが、一般にはPost Larvaeの飼育日数が標準値段となっている。つまりP35で35センチボス、P15で15センチボス、P5で5センチボスといった具合である。

1 収獲方法

移槽のためのMysis採集の場合とほとんど同じである。換水装置でできるだけ水位を落した後、排水された飼育水を溜めた収獲用水路に収獲ネットを設置し、Post Larvaeを集め、収獲ネット際に海水を張り通気を施した1トンFRP槽に底の浅いタモ網ですくい取り収容する。P20以上の場合は底の深いタモ網を使用する。幼生のストレスを避けるため作業は迅速に行なう事が望ましい。最後の排水は沈澱物が混入して汚れるので、一度排水バルブを閉め、収獲ネット内の幼生を完全に採集した後、再びバルブを開け、完全に排水後、ネットをはずし、沈澱物ごと円形のタライまたはFRP槽に移し海水を加える。その後、円周に沿って水を回転させ、中心部に集まった沈澱物をサイフォンで棄却する。健康なPost Larvaeは中心に溜まった沈澱物から離脱し、周囲に分散する。

2 計数法

通常、飼育槽内で幼生を計数する場合、飼育槽内の異なった任意の5点からヒシヤクで採水し、1ℓビーカー内の幼生数を計数し、飼育水の容積から比例計算する。各任意注出の計数値が極端に異なる時は注出回数をふやす。攪拌機の備えてある槽は均一に分布するが、50トン槽の場合は、サンプリングの都度、攪拌棒で攪拌し採水する。普通はP10以上は壁や底に着くよ

うになるので計数は困難になる。

現在、収獲後の Post Larvae の計数法は次の 3 つの方法に従っている。

(1) 任意注出法

1 トンまたは 300 ℓ FRP 槽に Post Larvae 収容後、収容水量を定量とし、均一に分布するようによく攪拌し 500-1,000 ℓ のビーカーで採水し中の幼生数を計数する。各計数値に差が少ない時は 5 回の平均値で容積から比例計算して総数を得る。Leganes 中間育成池用 P5 は通常この方法を実施する。

(2) 比較法

約 30 ℓ の白色のタライを多数用意し、内一つに 3,000-5,000 の定数を計数した標準を作り、同じ容積の海水を入れた他のタライに Post Larvae を収容し、標準と比較しながら、標準に近い密度、散らばりぐわいに調整する。P10 以降の幼生、プラスチック袋に収容して輸送する場合、この方法を実施する。

(3) 容積法

P20 以降の Post Larvae は FRP 槽に収容後、攪拌しても、底面や隅に集中し、均一に分散しないので任意注出法は適応できない。このため P20-P30 の大型種苗は比較法か、茶こしを利用した容積法が実施されている。茶こし一杯分の Post Larvae 数の平均値を出し、茶こしですくった回数から総数を得る。底の深いタモ網で集めた Post Larvae は茶こしですくい取った後は水をよく切り、茶こしの上面が均一になるように留意する。50 号サイズ (P20-25) で茶こし一杯が 900 尾前後である。比較法よりも作業が煩雑でない。

3 輸送方法

Leganes station の中間育成池に輸送する P5 は自動車バッテリー使用のコンプレッサーで通気した hydrotank を使用する。(親エビ輸送の項参照) 通常、気温の上昇しない早朝出荷するので hydrotank 内の水温はさげない。(26-28℃) 所要時間は約 1 時間で、1 トン hydrotank で 1 回に 100 万尾までの P5 の輸送が可能である。

遠距離、あるいは hydrotank の搬入が不可能な養殖池まで輸送する場合は、親エビ輸送の項で前述したプラスチック袋が利用される。親エビの場合と同様、約 10 ℓ の海水を入れた二重のプラスチック袋に Post Larvae を収容し袋内の空気をよく抜いてから、水量の約倍の 20 ℓ の酸素を封入シワゴムで留める。所時間が短時間 (1-2 時間) の場合は、ヤシの葉であんだ手さげ籠に収容して運ぶが、通常は、親エビ輸送に使用した発泡スチロールの箱およびブリキの箱が利用される (親エビ輸送の項参照)。この場合、収容する Post Larvae は、輸送中の酸素消費量を減少させるため、動きが止まるまで、徐々に低温に順化する。通常は P5 でプラスチック袋の収容水温は常温から 5℃ 位さげる。また、長時間輸送する場合は、古新聞あるいはモミガ

ラでくるんだ5-600gの氷をビニール袋に入れ、Post Larvaeを収容したプラスチック袋と一緒に発泡スチロール箱に収容し、箱の蓋をシールし、輸送中の収容低水温を維持する。収容密度はPost Larvaeの体重100gまでの輸送が可能である（所用時間12時間）つまり10m²のPost Larvaeでは10,000尾まで1つのプラスチック袋に収容できる。通常、P5で10,000尾/1袋が標準収容尾数である。表31はBinagonang station (manila 近郊, 所用時間12時間)にP22 (50m²)を輸送した時の収容尾数別の輸送結果である。

収容尾数/1袋	生 残 率	到着時の袋内水温	到着時の稚エビの状況
1,000	99.6%	22.5℃	健 康
1,000	100.0%	22.5℃	健 康
2,000	96.1%	22.0℃	健 康
2,000	96.7%	22.0℃	健 康
3,000	88.3%	21.7℃	健 康
3,000	96.7%	22.1℃	健 康
4,000	87.5%	22.7℃	衰 弱
4,000	75.0%	22.7℃	衰 弱
5,000	70.0%	23.5℃	極めて衰弱
5,000	50.0%	23.0℃	極めて衰弱

※収容時水温18℃

表31 酸素封入による稚エビの輸送結果

X 生産結果

大型種苗生産槽における、各飼育についての生産結果は、本報告書に添付した1976-1979年の8ヶ年の年次報告に示す。

XI 小型種苗生産施設

日本では大型生産槽を利用して極めて効率的な生産方式が開発されて以来、急速に普及し、現在ではすべての民間、公的タルマニビ種苗生産機関はこの方式に従っている。

しかし、設備投資の多大なこの方式はフィリピンでの社会構造を考慮した場合、現状では普及の範囲は極めて限られてくる。あわせて親ニビ供給の問題等も含めて、フィリピンの現況に即応でき、普及の容易な、より現実的な方式が検討された。

このため、大型槽による種苗生産技術開発に並行して、一般への普及を中心とした小型槽による方式が試みられ、定期的な民間業者への技術実習、研修の実施と共に民間業者間に生産技術が移行されていった。また同時に小型槽での飼育は大型槽では不可能な種々の比較実験等にも活用され、結果は大型槽に応用可能なものは逐時取り入れ、また大型槽で開発された技術は小型槽に利用し相互の協力の下で合理的にウシニビ種苗生産技術の開発が進められてきた。

小型槽は米国Texas州、Garvestoneで使用している飼育槽を模して作られたコニカル型の2トン槽である(図30)。飼育方法は、餌料培養槽を飼育槽とは別に設置し、幼生の生育段階に合わせて培養餌料を選択し、飼育槽に供給するが、それらの組合わせ、飼育環境、管理は前述した大型槽の場合とほとんど同じである。管理が集約されるため大型槽と比較して単位水量当りの生産数は高くなり、一般には1槽あたり50,000尾のNaupliusを収容し30-40%の生残率を得ている。この方法は、安定した種苗を望む一般養殖業者が自家生産のために種苗生産を実施する場合、確保の困難な親ニビ数が少数でよい事、設備経費、運営経費が大型槽と比較して少額ですむ事、飼育槽が小型のため労力が少くてよい事等で極めて実際的で容易に手掛ける事が可能であった。表32は生産槽10槽を使用して1ヶ月20万の生産で100万尾のP10を生産する場合の単純なコストを計算した例である。

1尾当りのP10は4.5セントパスで天然種苗の半額以下の生産原価となる。飼育槽をふやす事により、ある程度の生産原価を切りさげる事は可能である。現在の養殖産業の構造、形態を考慮した場合、当面はこの様な形で一般に普及していくのは極めて自然である。しかし、ニビ養殖産業発展のためという巨視的な見地に立って、将来の種苗の需要の飛躍的な増加を予想した場合、

一度に大量の種苗生産が可能で、より生産原価切り下げが可能な大型槽を利用した種苗生産方式がやはり合理的であると考え。この場合、個人では負担の大きい養成親エビの生産も含めた、量、質共安定した親エビの確保、そして公共機関の支持、援助、理解を促がす産業形態、社会土壌が必要条件となってくる。

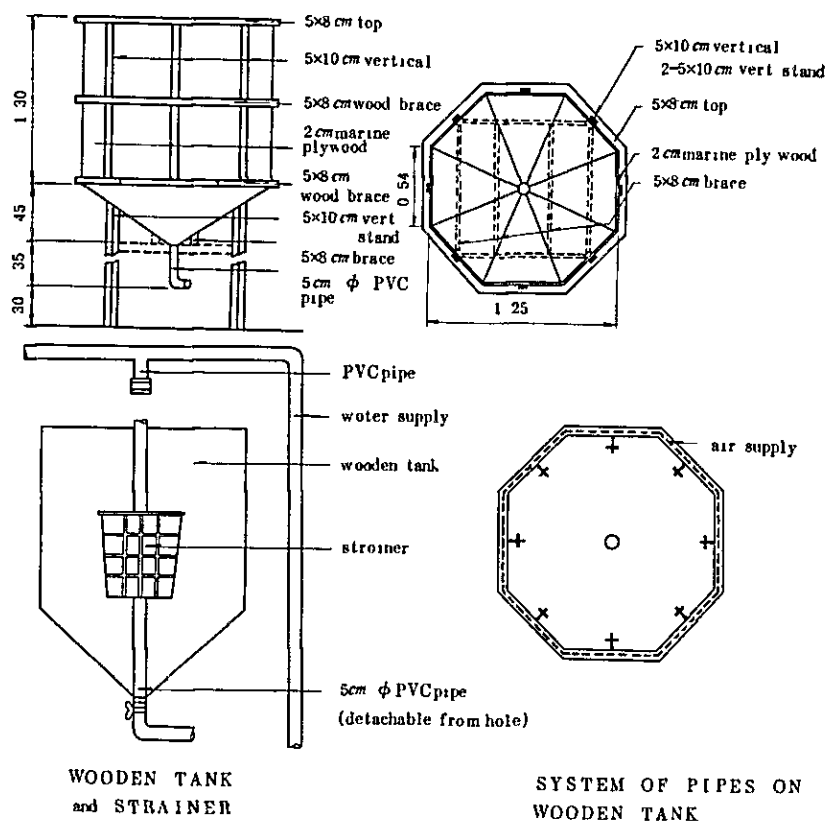


図30 小型種苗生産施設

表32 100万尾のP10生産のための生産コスト

経費項目	経費概算	
親エビ代	50尾, 単価 100 ペソ	5,000 ペソ
餌, 肥料代	ブラインシュリンプ, イガイ等	4,000 ペソ
消耗品		1,000 ペソ
動力代		6,000 ペソ
設備費減価消却		20,000 ペソ
人件費 (3人 5ヶ月)		9,000 ペソ
計		45,000 ペソ

(H. Mochizuki 1979)

XII 最 後 に

その地域の環境に応じた技術の開発が不可欠であったウシエビ種苗生産は、種々の紆余曲折を経て、現在どうやら、熱帯域における基本的な方式の一つが開発されたという段階である。この過程で本報告書では触れなかったが、現実の問題として間接的に開発研究に影響を受けた諸々の事情があった。多くは日本では予想し得ない問題であり、技術そのものとは直接関係ないが、現場で技術開発を実施してきた上で大きな要因であったので最後に付記したい。

作業に多くの人の協力を必要とし、攪拌機、ポンプ、ブローワー等の電気機械類を多用する大型槽を利用した種苗生産は、各結果を検討してみると、ある程度の結果が得られたのは、多くの場合、生産期間中に偶発的に天候に恵まれた事と同時に、現場での作業管理、機械類の作動が円滑に進んだ時に限られていた。

現地社会で共同して技術開発を実施する場合、長い歴史の中で諸々の要因により形成されてきた現地での社会事情、国民性に、日本の感覚で判断した期待を望む事は無理がある。当初はいかに幼生を飼育するかを考える以前に、いかに作業担当者の自覚を促し、現場での Team work の重要性を認識させ、機械類のトラブルによる影響を最小限に抑えるかに多くの努力を必要とした。このため技術開発も、必然的に、担当者の判断を必要としないで、ある程度機械的に処理できる方法、多少のミス管理が生産全体に影響を受けない巾広い、余裕のある方式が望まれ、かつ動力を必要としないサイフォン、落差等が活用されてきた。

海外での技術開発に従事してきた多くの経験者が述べているように、「郷に入れば郷に従え」式の中から、現地の事情を把握し、理解した上で現地に適応し易い技術開発が、若干開発の進展が遅くなるかも知れないが、結局は現地社会への普及効果、技術の定着を確実にすると云う考え方は、養殖部局での種苗生産の場合も必要とされた。

養殖部局の中での種苗生産研究は分業化された研究体制の中では極めて特殊な位置にあったと云えよう。分業化された体制は合理的で見習う面も多い反面、学歴が偏重され、研究者個人の業績が重要視される社会構造の中にあっては、ともすれば、東南アジア地域の養殖技術を開発し地域の産業に貢献させると云う本来の設立目的からかけ離れ、自己の論文を書く事に勤しみ、いわゆる現場を離れた研究のための研究に走りやすい土壌を培ってきた。生物を扱う場合、どんな高度の技術研究でも、最終的に直接飼育する人の技術により、その結果は大きく異なる。生物という極めて繊細で、その時の条件により変動されやすいものを飼育する場合、幾多の経験から得られる体に覚え込ませた感覚と、熟練した手技が常に基本となり、論文を読み、結果を批評する事からだけでは新しい技術は望めない。こうした当然の事柄が、直接生物を自己の手で扱う機会をつくらうとしない多くの現地研究者の間では自然に受け入れられない。

このため、個々の研究が有機的に総合され、応用されて成果が期待できる種苗生産研究は養殖部局では必ずしも分業化の利点を効率的に活用できず、飼育生産に対する無理解の弊害の中にあつて、むしろ、種苗生産結果が養殖部局にとって政策的な対外宣伝に好都合な材料である事から、結果として出る種苗の生産数だけには注目するが、過程における飼育槽での技術開発研究は軽視されがちで本来の研究活動からは切り離されて理解されるという風潮を生じた。こうした状況の中にあつて、大型槽での種苗生産は、生産数にとらわれ、かなり無理な生産方式を強いられ、現地に即した技術を開発するという考え方との相反の中で、あせりとジレンマに落ち入りながらの孤立した技術開発であつた。

しかし、飼育槽での長い経験は、多くの失敗を次の step への糧として養なわせ、担当者の現場での飼育技術を体で覚えさせ、熟練した技術を生み出し、自ずから現地化した方式に変遷しながら徐々に安定した生産に結びついていっている。こうした事実が養殖部局での飼育研究に対する考え方を啓蒙して行く一助になっていくだろうと信じる。

SEAFDEC 養殖部局での 6 年間、ウシエビ種苗生産技術開発に携さわつてきた過程で、常に恵まれた施設と比較的自由に開発研究に従事できた事は幸運であつた。水産研究に情熱を傾けている養殖部局の研究者の人達、常に協力を惜しまなかつた部局関係者に心から感謝の意を表すると同時に今後の御活躍を期待する。日夜、ウシエビの幼生を観察しては一喜一憂し、共に喜び、共に落担した種苗生産のスタッフの人達、今後のより完全なものへの技術開発の努力を促がすと共に、彼等の努力が将来のウシエビ養殖業の発展のために貢献しうる事を切に望む。

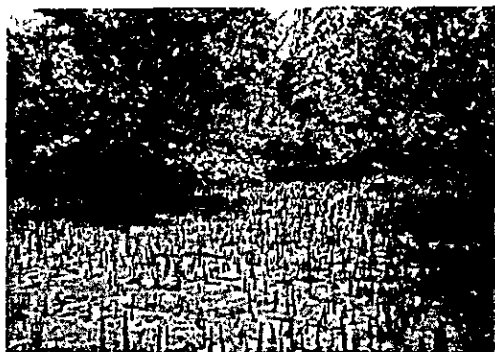
おわりに、養殖部局での技術開発への機会を与え、援助、協力を戴いた国際協力事業団の関係者、期間中、日本での種々の便宜を計って戴いた海外漁業協力財団の関係者に深く謝意を表す。また、養殖部局での種苗生産技術開発において、常に適切な助言と、御鞭達を戴いた星野暹次長、最初の 3 年間、共に種苗生産に従事し、種々御教示戴いた小林歌男専門家、そして他の日本人専門家に厚くお礼申し上げる。

XIII 図，表索引

図-1	フィリピン国地図	3
2	フィリピンにおける降雨量	4
3	養殖部局配置図	7
4	卵巣の熟度	20
5	天然親エビ漁場位置	22
6	フィッシュコーラル	23
7	天然親エビ体重体長組成	25
8	Batan Bay からの親エビ供給数	26
9	Himamaylan からの親エビ供給数	26
10	親エビ養成用海面イケス	29
11	親エビ養成用陸上タンク	29
12	肥料の相異による珪藻の出現曲線	36
13	鶏糞腐養液と農業用肥料による珪藻増殖曲線	37
14	珪藻の維持に関する実験	38
15	40 トン珪藻タンク使用例	40
16	塩分濃度の相異による <i>chlorella</i> sp の増殖量	43
17	クロレラ細胞の経日変動	44
18	クロレラ，ワムシの経日変化例	45
19	屋外 200 トン槽	50
20	口過槽	51
21	珪藻口過装置	52
22	種苗生産施設配置図	53
23	小型槽の換水	56
24	産卵槽	56
25	各種餌料の組合わせと飼育結果の例	61
26	気温，水温，塩分濃度，降雨量の経月変動	65
27	月別種苗生産数	66
28	換水装置	76
29	幼生採集用網	77
30	小型種苗生産施設	86

表-1	エビ輸出高の年次別動向と主要輸出国	12
2	<i>P. monodon</i> の価格変動	12
3	汽水養殖池での利用状況及び業者数	14
4	漁場別による天然親エビの差	24
5	漁場別親エビ熟度の比較	24
6	ポリ袋, hydrotank 使用による斃死率の比較	31
7	hydrotank の親エビ収容密度と斃死率	31
8	卵による輸送	31
9	Nauplius による輸送 (ポリ袋)	31
10	Nauplius による輸送 (18ℓ ポリ容器)	31
11	年次別, 親エビ Nauplius の供試数	32
12	年次別, 天然親エビ, 養成親エビ輸送 Nauplius 卵の構成	33
13	年次別, 供給源別構成	33
14	一回の平均輸送数	33
15	供試した肥料	34
16	親エビの質, 放卵率, 一尾当りの Nauplius 数	56
17	ウシエビ幼生飼育における各種餌料の効果	59
18	各 Stage 毎の雨期と乾期の生残率の差	66
19	各 Stage 別平均水温, 塩分濃度と生残率	68
20	200 トン屋外槽での珪藻濃度, 照度, 幼生数の変動	69
21	飼育数の交換と珪藻濃度	70
22	遮光膜使用による照度調整と珪藻の維持	71
23	<i>Tetraselmis sp</i> を供給した場合の珪藻濃度の範囲	71
24	飼育槽内での珪藻濃度と生残率	73
25	Nauplius 収容数と Mysis までの生残率	74
26	P1 の幼生密度と P5 までの生残率	74
27	幼生のサイズと使用する網目	77
28	同一槽, 移槽で飼育した場合の生残率の比較	78
29	各餌料の標準給餌量	79
30	幼生に寄生した原生動物, 付着珪藻	80
31	酸素封入による稚エビの輸送結果	84
32	100 万尾の P10 生産のための生産コスト	86

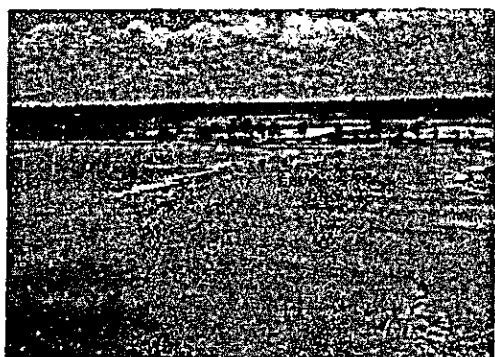
XIV 参 考 写 真



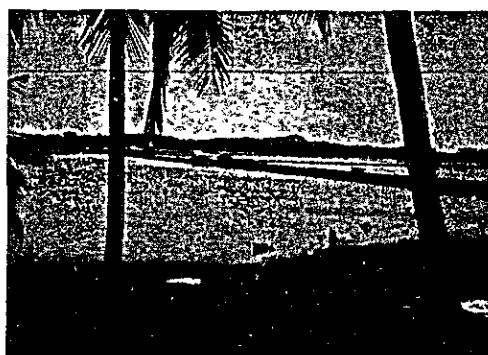
1 マングローブ湿地帯（干潮時）



2 Milkfish 汽水養殖池（ロハス市）



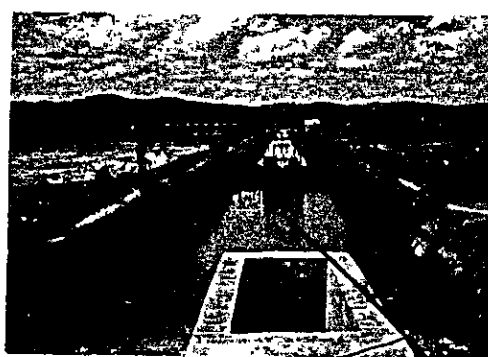
3 Milkfish 汽水池（イロイロ）



4 ウシエビ, Milkfish 養殖池



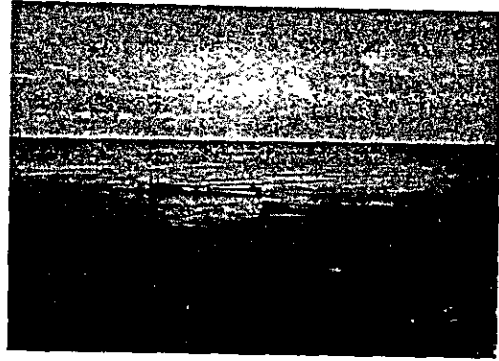
5 ウシエビ養殖池



6 ウシエビ養殖池, 水路と水門



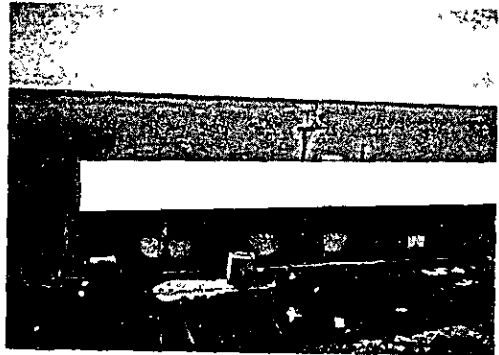
7 天然種苗採捕 (Milkfish)



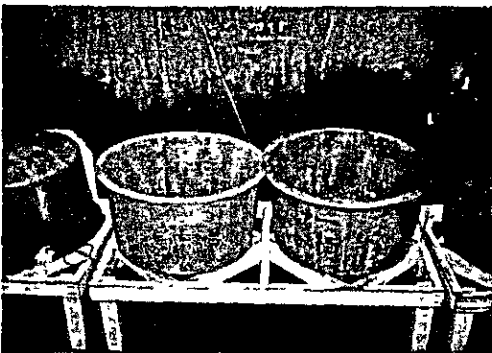
8 天然種苗採捕 (エビ, Milkfish)



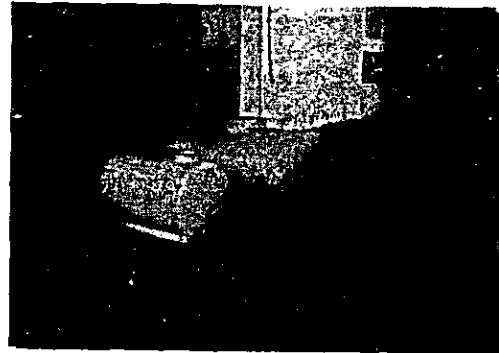
9 親エビ養成イケス (バターン)



10 親エビ養成タンク (養殖部局内)



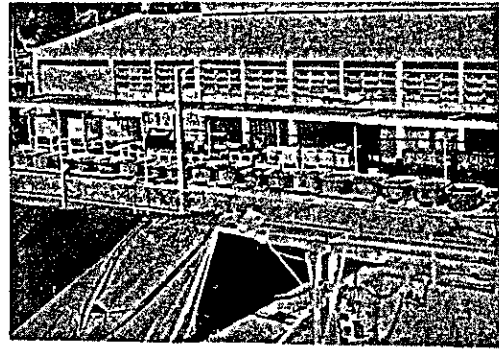
11 産卵, ふ化槽



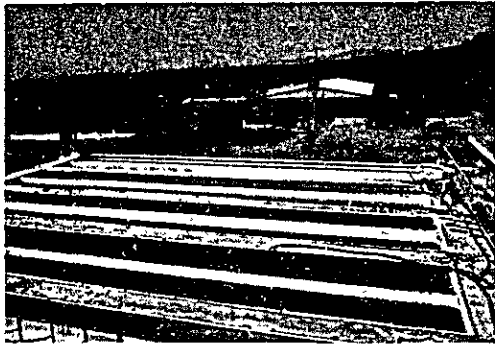
12 hydrotank (300 l, 1,000 l)



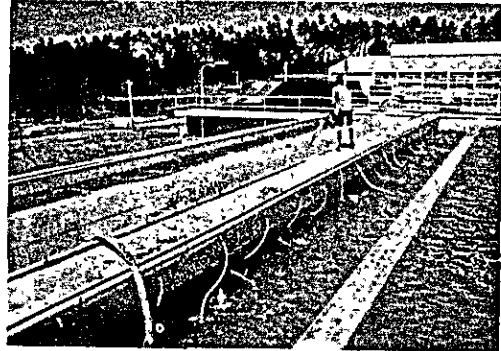
13 珪藻原種培養



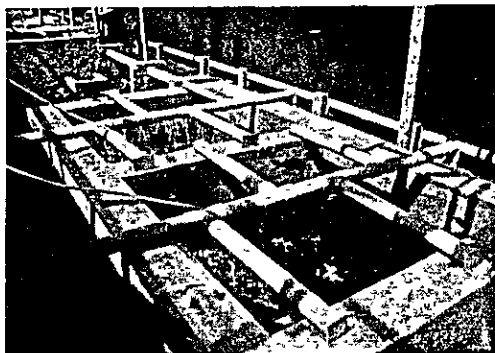
14 珪藻培養(1トンFRP槽)



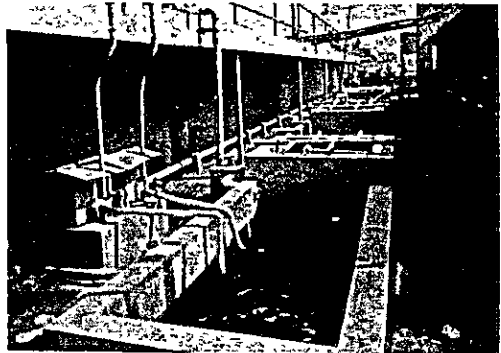
15 珪藻タンク 40トン槽 10面



16 珪藻タンク(施肥)



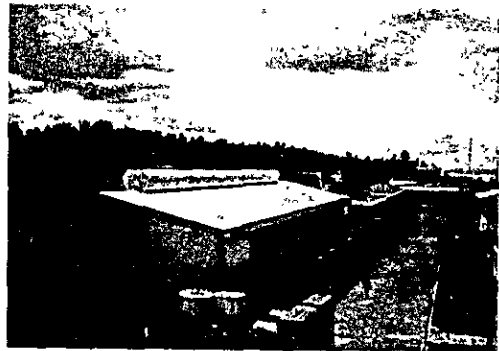
17 珪藻砂口過装置



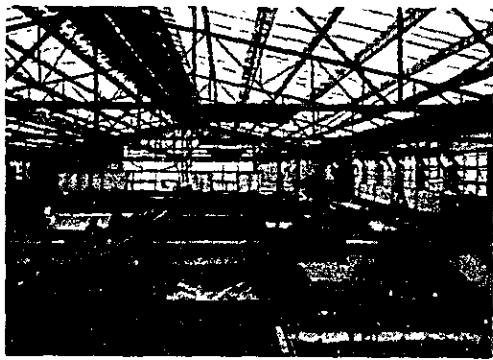
18 集められた濃縮珪藻



19 屋外飼育槽と珪藻タンク



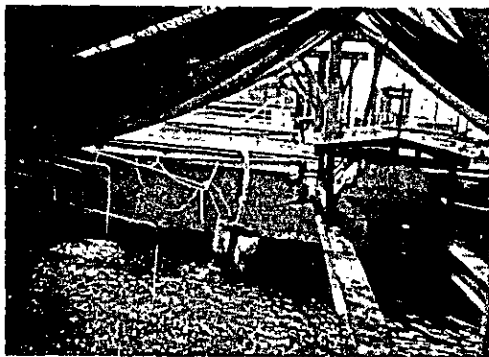
20 屋内飼育槽建物



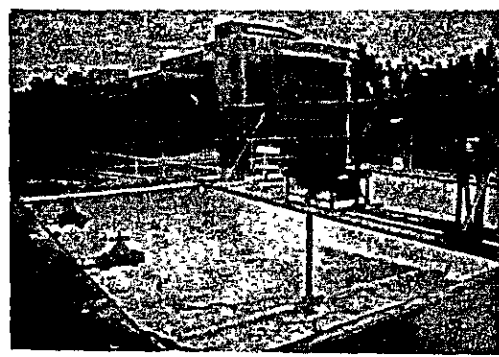
21 屋 内 槽



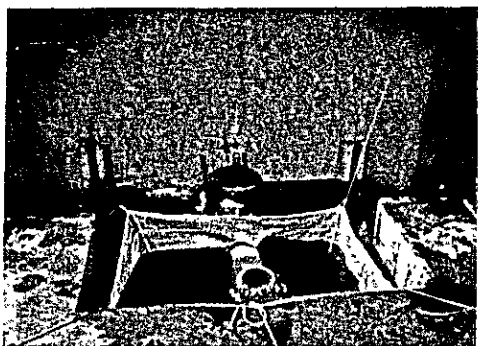
22 ろ過装置および圧力ポンプ



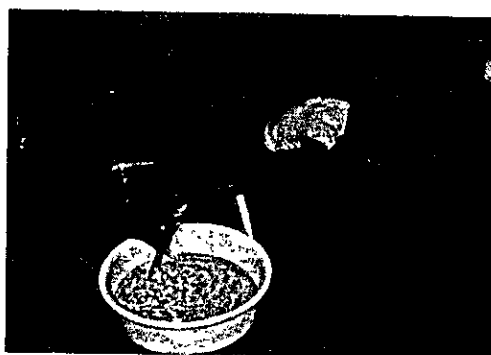
23 換水装置



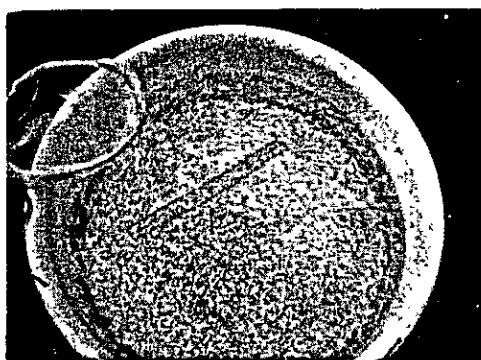
24 攪拌機



25 収獲ネット



26 収 獲



27 収獲された幼生(P10)



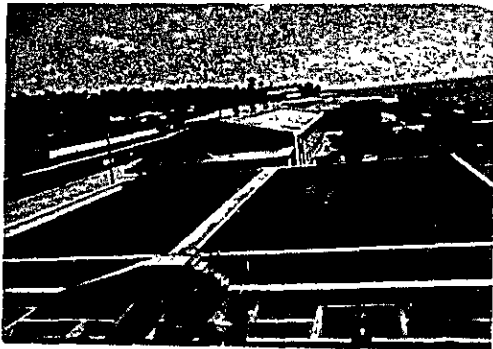
28 収獲された幼生(P30-50)



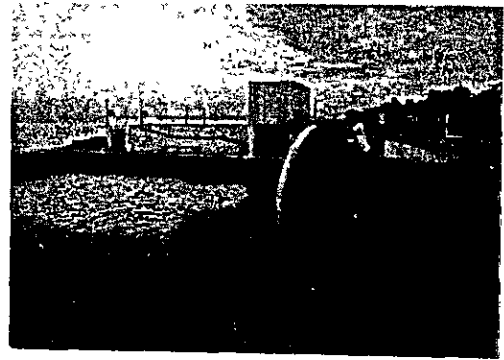
29 出荷のための酸素封入



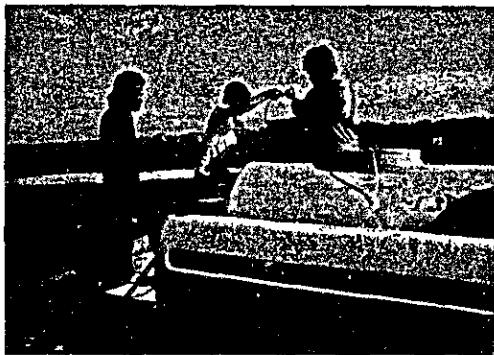
30 種苗出荷のカゴ(近距離の場合)



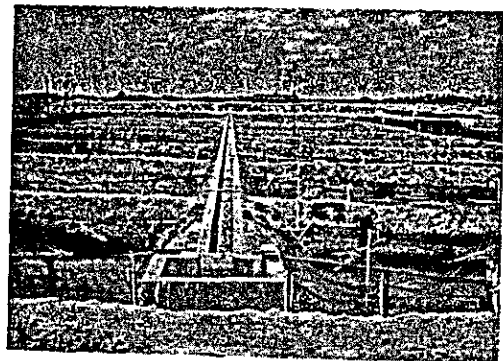
31 クロレラ、ワムシ槽



32 クロレラ槽への施肥



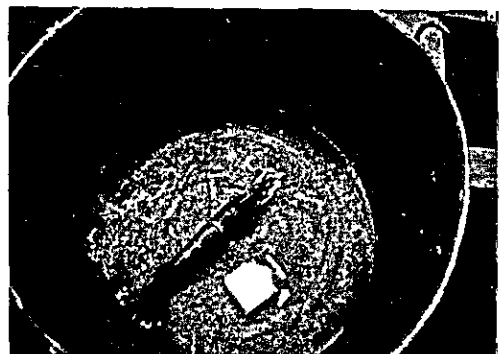
33 種苗の輸送（中間育成池）



34 中間育成池（Leganes）



35 中間育成池（Leganes）



36 養殖池からのウシエビ