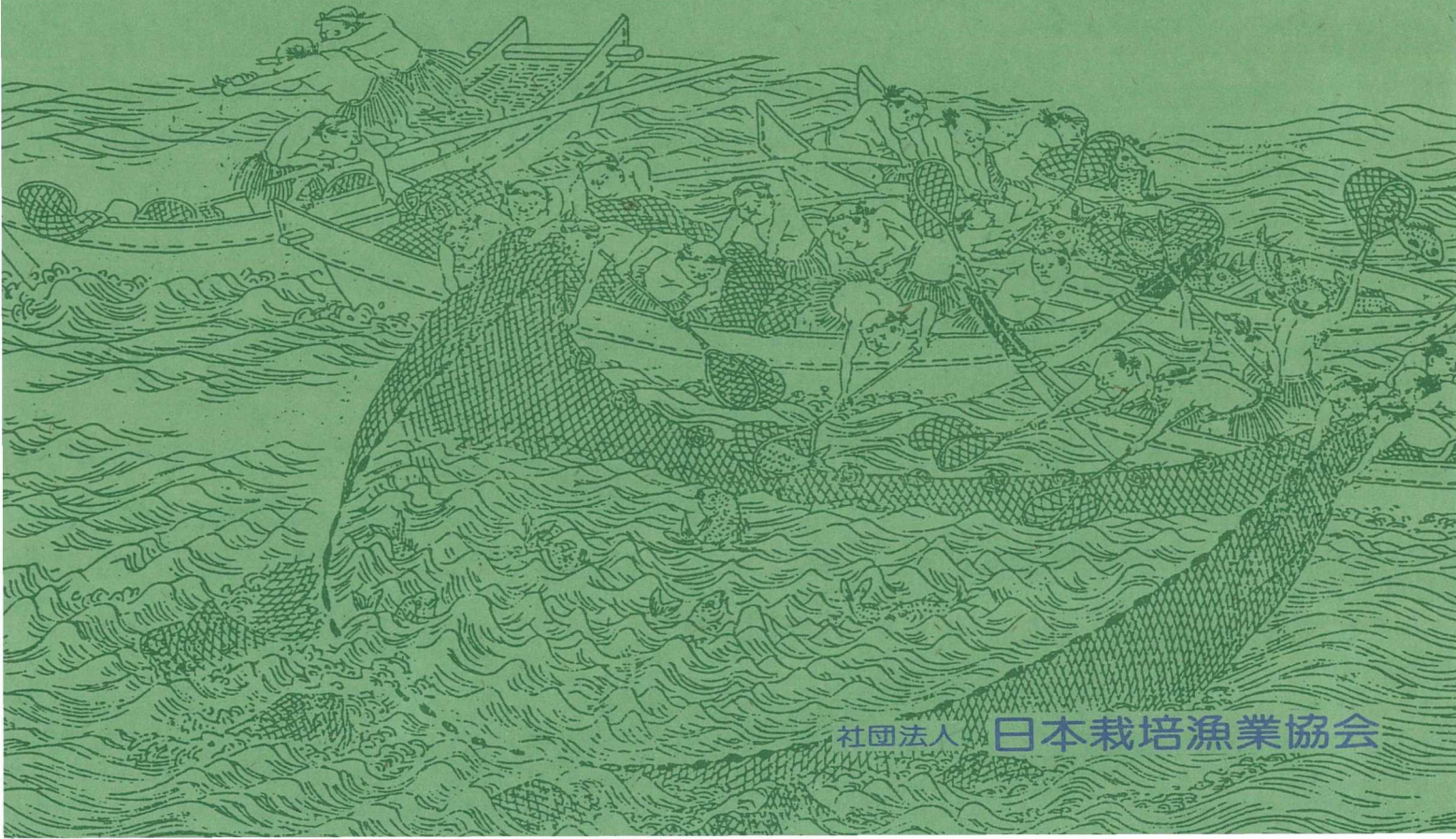


栽培漁業技術シリーズ

クルマエビ種苗生産技術

～(社)日本栽培漁業協会志布志事業場での取り組み～



「クルマエビ種苗生産技術開発」の刊行にあたって

日本栽培漁業協会では、水産庁からの委託事業として平成5年から「栽培漁業技術体系化事業」を実施している。本事業では、栽培漁業技術の普及を目的として、開発された技術を体系的に整理するとともに、現場の技術者のための実践的な技術マニュアルとして活用することを目指し、「栽培漁業技術シリーズ」を刊行している。

本書で取り上げたクルマエビは、日本沿岸では青森県以南の日本海沿岸及び仙台湾以南の太平洋沿岸に生息し、年間漁獲量は1,500～3,000トンの水準にあり、特に、瀬戸内海、伊勢・三河湾、有明・不知火海の3海域に主産地が集中し、この3海域で全漁獲量の70%以上を占めている。

本種の種苗生産の歴史は、1942年に藤永元作によって初期生活史に関する基礎研究の成果が発表されて以降、実用的な種苗生産技術に向けて長期間にわたって開発がなされてきており、今日、栽培漁業で取り組まれている対象種の中では最も長い歴史を持つ重要種の一つとなっている。

日本栽培漁業協会では、当協会の前身である瀬戸内海栽培漁業協会の発足当初より技術開発の主要な対象種として取り上げており、昭和39年度より屋島、伯方島、上浦の3事業場で技術開発が開始された。続いて、昭和41年度には玉野事業場、翌42年度からは志布志事業場が加わり技術開発を実施してきた。昭和44年度には志布志事業場に2,500klという超大型水槽が整備され、この大型水槽による大量生産技術が開発された。昭和50年度にはこの超大型水槽等を用いて志布志事業場1場で1億尾以上の種苗生産が達成され、大量種苗生産時代への道が開けた。

これらの種苗生産技術は関係府県の栽培漁業センター等へ普及が行われ、クルマエビは全国的な栽培漁業の対象種として位置付けられるようになった。また、瀬戸内海のクルマエビ漁獲量の激減に対処するための国の施策として、クルマエビの栽培漁業による漁獲量の回復を目指して昭和52年度より「栽培漁業促進事業」が開始され、志布志事業場が瀬戸内海及びその周辺海域の13～14府県へ年間1.2～1.4億尾の種苗を配付し、各府県が実施するクルマエビ放流事業に活用された。その後、この栽培漁業促進事業は平成8年度から放流資源共同管理型栽培漁業総合モデル事業へと変わり平成12年度まで実施された。

これらの事業の中で最大の問題は疾病対策であった。特に、昭和57、59年度に発生したウイルス性中腸腺壊死症（BMN）と平成8年度に発生したクルマエビ急性ウイルス血症（PAV）は事業実施に多大な被害を与えた。これらの疾病のうち、BMNについては、洗卵の徹底により、PAVについては、日裁協の疾病対策の拠点事業場である上浦事業場が中心となり、PCR法により受精囊を検査し、陰性親エビを使用することにより防除する技術を確立したことで再び安定生産が可能となった。これらのPAV防除技術は、関係府県の栽培漁業センター等の現場に導入され、有効な防除対策として活用されている。

本書は志布志事業場がこれまで行ってきたクルマエビの種苗生産技術の開発への取り組みやその成果及び疾病に対する対応策等の成果を取りまとめたものである。クルマエビ栽培漁業に携わる方々をはじめ、広く関係者に活用していただければ幸いである。

平成15年3月

社団法人 日本栽培漁業協会

理事長 今村 弘二

クルマエビ種苗生産技術

～(社)日本栽培漁業協会志布志事業場での取り組み～

加 治 俊 二*・今 泉 圭之輔*

クルマエビ種苗生産技術

～(社)日本栽培漁業協会志布志事業場での取り組み～

目次

はじめに	1-3-4 P期の餌料	23
I 親エビの入手と採卵	1-4 その他の飼育管理	25
1 親エビの入手と採卵方法	1-4-1 水質測定	25
1-1 入手方法	1-4-2 幼生の観察及び成長測定	25
1-2 採卵方法	1-4-3 飼育尾数の推定	25
1-2-1 未防除対策段階 (昭和40年代～昭和59年)	1-5 取り揚げ及び計数	26
1-2-2 BMN 防除対策段階 (昭和60年～平成8年)	1-6 PAV 防除対策	28
1-2-3 PAV 防除対策段階 (平成9年～12年)	2 種苗生産結果	29
2 採卵の結果及び考察	2-1 収容密度	29
2-1 親エビの入手と採卵	2-2 生残率	29
2-2 採卵方法の変更に伴う採卵数の変化	2-3 成長	30
2-3 採卵技術の課題	2-4 歩脚障害	31
2-3-1 親エビの選別方法	2-5 減耗要因	32
2-3-2 第3卵黄球期個体の活用	2-6 形態異常及び大量死亡	34
2-3-3 採卵方法の検討	2-7 種苗の計数	35
2-4 PAV 防除対策の課題	2-8 PAV 防除対策の評価	35
II 種苗生産	III 種苗輸送	36
1 種苗生産方法	1 種苗輸送の経緯	36
1-1 飼育施設の概要	2 陸上輸送	36
1-2 水質管理	2-1 輸送水槽	36
1-2-1 通気及び攪拌	2-2 輸送水温	36
1-2-2 用水	2-3 輸送密度	37
1-2-3 加温	2-4 水質	37
1-2-4 換水	2-5 種苗の活力	38
1-2-5 飼育水への施肥	2-6 PAV 防除対策	38
1-3 餌料	3 海上輸送	39
1-3-1 餌料系列	おわりに	40
1-3-2 Z期の餌料	引用文献	41
1-3-3 M期の餌料	参考資料	43

はじめに

クルマエビの種苗生産研究は藤永元作を嚆矢とする^{1),2)}。この業績を基礎として(社)瀬戸内海栽培漁業協会（現、日本栽培漁業協会）では発足当初から水産庁の委託事業としてクルマエビの種苗生産が試みられた。現在では代表的な栽培漁業対象種となり、平成12年度には24府県で種苗生産され、29府県で放流が実施されている。

日本栽培漁業協会（以下、日裁協と称す）志布志事業場では、昭和42年度から量産技術開発に取り組んできた。昭和46年度には、本種の種苗生産技術開発事業が国と日裁協の会員14府県の共同事業として開始された。さらに、昭和52年度から、これまで得られた種苗生産及び放流技術開発の成果を受けて、種苗放流によって共通資源であるクルマエビ資源を増大する事業の促進を図るため、国から種苗生産経費の補助を受けて種苗の生産配付を行う「栽培漁業促進事業」が瀬戸内海を中心に始まり、年間1.2～1.4億尾の種苗を生産し、会員14府県へ配付することとなった。昭和59年度から本事業に量産技術が確立したガザミが加わり、それに伴ってクルマエビの配付は11府県に減少し、配付尾数も9,000万尾となった。その後、平成8年度からは新たに放流資源共同管理型栽培漁業推進事業の放流資源共同管理型栽培漁業支援事業が5カ年の事業として始まり、9府県への種苗配付及び瀬戸内海区共通資源造成手法に係る調査用の放流種苗供給を目的に8,600万尾の配付を実施することとなった。一方、平成10年度からは、クルマエビ類の急性ウイルス血症（以下、PAVと称す）の防除対策を強化することにより、関係府県への配付尾数が見直され、約5,000万尾の配付となった。

当事業場では、この34年に及ぶ期間において飼育技術の効率化及び安定生産技術の向上を目指した。その中で、餌料系列の単純化を検討し、基本餌料を6種類から3種類に減らして省力化や給餌基準の適正化に努めた。また、微粒子配合飼料の共同開発を(社)マリノフォーラム21と行い、その結果、初期餌料の配合飼料化もほぼ可能となり、親エビが天然漁獲エビに依存しているという課題を除けば、現在、クルマエビの飼育技術はほぼ確立されたと言える。

しかし、疾病、特にウイルス性疾病の発生は、現在でも種苗生産の成否を左右する大きな課題となっている。昭和50年代後半にはウイルス性中腸腺壊死症（以下、BMNと称す）が多発した。この対策として、産卵水槽と種苗生産水槽を分けて専用化することと卵の洗浄を実施する技術を開発し、その後の発生をほぼ防止できた。しかし、平成5年に西日本各地のクルマエビ養殖場で初めて発生したPAV（当時はRV-PJ症^{3),4),5)}の発症が中間育成段階や種苗生産段階で見られるようになり、大きな問題となった。当事業場では、平成7年度からPAV発生の危険度の高い海域からの親エビ入手を制限するなどの防止対策をとっていたが、平成8年度に種苗配付先の中間育成場において本疾病が発症し、種苗配付事業に重大な問題を投げかけた。そこで、平成9年度以降はPAVの防除対策を最重点課題として取り組んだ結果、PCR法によるPAV原因ウイルス（以下、PRDVと称す）陽性親エビの排除を核とした総合的な防除手法を確立することができた。

このように、当事業場でのクルマエビの種苗生産は昭和42年から34年間の長きに渡り実施してきたが、所期の目的が達成されたことにより平成12年度で終了することとなった。

本稿では、この間実施してきた当事業場における種苗生産技術開発とクルマエビ種苗生産技術の現状及び疾病対策について取りまとめた。

I. 親エビの入手と採卵

1 親エビの入手と採卵方法

親エビの確保は、本種の種苗生産に取り組んだ当初からの課題であり、未だ天然漁獲された成熟エビに依存しているのが現状である。なかでも親エビの入手が極めて困難であった昭和40年代には台湾からの入手も試験的に行っている⁶⁾。親エビの安定確保の問題点として、漁獲が天候や海況によって変動することに加え、特に早期の種苗生産に使用する親エビの確保については、他の種苗生産機関や養殖業者との競争が激しく入手し難い現状がある。さらに、近年、ウイルス性疾病の発生がみられ、壊滅的な打撃を受ける場合も散見されている。この対応策として、すでに、日裁協百島事業場ではPRDVフリーの親エビ養成技術が開発されているが、その実用化が望まれている。

1-1 入手方法

親エビは活魚業者が集荷したものから入手する場合（「種エビ」として販売している）と親エビの産地漁協の市場から直接入手する場合があるが、当事業場では主に大量に確保できる前者の方法によった。具体的な入手方法については旧来から実施している方法で行っており、集荷されたクルマエビの中から卵巣卵の発達した活力の良い雌エビのみを選別し、3～7時間かけて事業場へ輸送した。親エビの選別は採卵結果を左右する要因となることから基本的には経験豊富な事業場職員が行った。輸送方法には、有水輸送と無水輸送の2方法があるが、当事業場ではほとんどの場合前者の方法を用いた。後者の方法は遠隔地から入手する場合に発泡スチロール箱へ冷却したオガクズとともに親エビを収容して航空便等を用いて輸送しているが、輸送時間が長くなるため死亡あるいは活力不良となる個体が比較的多いことから、近年はほとんど行わなかった。有水輸送における輸送水温は、輸送中のストレスを抑えると同時に産卵促進のための温度刺激を与えるため、原則として産卵水槽の水温よりも5℃前後低い温度で輸送した。輸送用水槽には、昭和59年度までは市販の1kℓポリエチレン製水槽を使用していたが、輸送中の温度変化が大きいことから、昭和60年度からは断熱材を入れて保温性を高めた特製のFRP製1.6kℓ容水槽を使用した。これによって輸送中の水温の変化はほとんどなくなり、底面積も広くなったため輸送密度を低減することが可能となった。輸送密度は、これまでの経験から原則としては1kℓ当り30kg以下とした。通気方法は、小型コンプレッサーによる通気で行っていたが、近年はこれに加えて酸素の微通気も併用した。平成9、10年度にはPAV原因ウイルスであるPRDVの輸送中の水平感染を懸念して、親エビをエアポ

ンプ付の発泡スチロール箱（35×27×21.8cm）に1～7尾ずつ小分けして輸送したが、入手尾数が多く積み込み作業が煩雑なこと、その効果が不明なこと及び親エビからのPRDV検出方法が開発され、本疾病に対する防除対策がほぼ確立できたことなどから、平成11年度から従来の輸送方法に戻した。

1-2 採卵方法

入手した親エビを陸上の産卵水槽へ収容し、低水温期には加温によって22～24℃を維持し、止水状態で通気を行って産卵させ、翌朝、産卵された水槽内の卵数を容積法によって計数する。飼育に必要な卵数が確保できれば、親エビを回収して産卵の有無を確認する。産卵数が不足した場合には、未産卵親エビを再収容して必要卵数を確保するまで2～3回の採卵を行う。以上のような採卵方法の基本的な手順は旧来から変わらないが、本種の種苗生産において重大な障害となるウイルス性疾病の防除対策の進展段階により3期に分けることができる。まず、昭和40年代から昭和59年度までの産卵水槽と種苗生産水槽を分けず、垂直感染に対する疾病対策を行っていなかった段階（以下、未防除対策段階と称す）、次に昭和57、59年度に発生したBMNの防除対策として産卵水槽と種苗生産水槽を分離し、洗卵を実施した昭和60年度から平成8年度までの段階（以下、BMN防除対策段階と称す）、そして、平成8年度に発生したPAVの防除対策として、本種の原因ウイルスであるPRDVに感染した親エビの排除あるいはその感染親エビ由来の卵の排除を実施した平成9～12年度の段階（以下、PAV防除対策段階と称す）である。以下に各段階別に概説する。

1-2-1 未防除対策段階（昭和40年代～昭和59年）

種苗生産を開始した昭和40年代の幼生の減耗要因は、餌料不足、過密収容、脱皮不全、水質悪化、付着珪藻の体表付着、キチン分解菌によると考えられる壊死症などの飼育技術の未熟及び施設の未整備による弊害等が主たるものであり、感染性の疾病が問題になることはなかった。この段階では、産卵水槽をそのまま種苗生産水槽として用いていたため、採卵に使用した親エビの排泄物を含む用水がそのまま飼育水となっており、垂直感染性の疾病については全く無防備であった。昭和50年代に入ると飼育管理技術が向上し、昭和54年度からは全飼育期間を通してろ過海水を使用できるようになるなど施設の整備が進み、比較的安定した大量生産が可能となってきた。しかし、年度により感染性の疾病と考えられる大量死亡が起きるようになり、昭和57、59年度の大量死亡についてはBMNの発症によるものと判定され、その対策が急務となった。

1-2-2 BMN 防除対策段階（昭和60年～平成8年）

BMN は昭和46年頃から西日本各地で発生し、病名が判明するまでは外観的症狀から中腸腺白濁症と呼ばれた。しかし、昭和56年になって本症がBMNVによって引き起こされるウイルス性疾病であり、感染は親エビからの垂直感染が疑われるとの報告があった⁷⁾。

そこで、昭和60年度からBMN対策として産卵水槽と種苗生産水槽を分離し、受精卵の洗浄を実施することとした。当初、産卵専用水槽として200ℓ水槽を使用した。水槽容量が大きく底面積が広いことから受精卵の回収作業に手間と時間がかかり過ぎ、続けて採卵を行う場合に採卵の準備が遅れて支障を来すなどの問題が生じた。そこで、事前に小型の20ℓ水槽を用いて採卵試験を行い、これまでの200ℓ水槽とほぼ同等の採卵成績が得られたことから、35ℓ水槽を新設し、平成2年度以降はこれを産卵専用水槽として使用した。採卵方法は以下のような手順で行った。まず、水量20～32ℓ（水深1.1～1.8m）の産卵水槽に親エビを収容し、翌朝、親エビを取り上げた後に水槽の排水弁を開けて卵回収ネットで卵を回収した。次に、海水を満たした75ℓポリエチレン容器へネットの底が浸るように卵洗浄ネットを下にして夾雑物除去ネットと重ねて置き、回収した卵をこの重ねたネットの上からシャワー状にした海水で流し込み、卵と夾雑物を分離した。その後、海水を満たした75ℓポリエチレン容器の水面下で卵洗浄ネットを軽く動かしながら卵を洗浄した（写真I-1）。この洗浄作業を、容器を替えて4回繰り返した後に種苗生産水槽へ卵を収容した。なお、卵回収ネットは目合が150～200 μ mで1辺50cmの方形枠に深さ約70cmの袋状のネットを取り付けたもの、卵洗浄ネットは目合が150～200 μ mで直径50cmの円形枠に深さ約20cmの凸面状のネットを取り付けたもの、夾雑物除去ネットは目合が408 μ mで卵洗浄用ネットと同じ形状で深さを約10cmとしたものである。

BMN防除対策段階に入って以降、BMNの発症は平成3年度に1回みられたのみであり、上記に示した防除対策が完全とは言えないが、この対策による予防効果はあったものと考えられた。その後、ウイルス性疾病とし



写真I-1 卵洗浄作業

て、平成5年に西日本各地のクルマエビ養殖場で初めてPAVの発生が確認され社会的問題となった。種苗生産現場では平成7年に初めて発生が確認され、クルマエビだけでなくヨシエビでも発症した。本疾病は養殖用の種苗として輸入された稚エビが最初の感染源と考えられており、これを起源として、日本沿岸に生息する天然のクルマエビにPAVの原因ウイルスであるPRDVを保菌する個体が認められ、現在では、親エビからの垂直感染が主たる感染原因とされている。このため、PAVの防除対策としては親エビからの垂直感染を防止することが肝要である。

当事業場でも、平成8年度からBMNに加えてPAVの防除対策も課題として取りあげ、親エビ入手先を厳選し、輸送用の水槽や器具類及び採卵に使用した用水などの消毒を行うなど防除対策を強化した。しかし、配付した種苗の一部が配付先の間育成段階でPAVを発症したことから、感染源としての親エビの事前検査の必要性に迫られた。

そこで、平成9年度からはPRDV感染親エビの検出と排除方法を中心とした防疫体制を検討した。

1-2-3 PAV 防除対策段階（平成9年～12年）

平成8年度にはPCR法によるPAV原因ウイルスであるPRDVの検出方法がほぼ確立され、これによって事前にPRDV感染親エビを排除することが可能となった。そこで、平成9年度はこの検出系を組み入れた採卵方法を実施した。さらに、平成10年度以降は、新たな知見を組み入れてPCR法の改良が行われ、より確実なPRDV検出系による採卵方法がほぼ確立された。以下に、平成9年度と平成10～12年度に分けて防除対策の取り組みについて述べる。なお、これらのPAV防除技術の開発は、疾病防除の基礎技術開発を担当する日裁協上浦事業場で研究開発が行われた。

平成9年度

PAV防除対策のうち、まず、親エビを採卵に供する回数をこれまでの4～5回から2～3回に減らし親エビにかかるストレスを軽減するようにした。次に、親エビのPCR法による検査方法については、体液より検出感度の高い卵巣卵を検査部位とし、複数個体をまとめて1検体とするこれまでの方法は検出感度が低いため、1個体1検体とする個体別の検査とした。しかし、この方法で数百尾の親エビを短時間に検査することは労力面、時間面、コスト面から困難であった。このため、水藤ら⁸⁾、宮島ら⁹⁾が卵巣卵の熟度判定に用いた生検法により、産卵の可能性が高い親エビを選抜して検体数を減らすこととした。

具体的な方法は、入手した全ての親エビから卵巣卵の小片をディスプレイの2.5mlシリンジと19G注射針を用いて採取し、検鏡により宮島ら⁹⁾の成熟段階区分における前成熟期と成熟期すなわち表層胞が発現した卵巣



写真 I-2 親エビの選別作業



写真 I-4 回収卵のヨード剤による薬浴作業



写真 I-3 生検法による卵巣卵の採取作業

卵を持つ個体（以下、表層胞発現個体と称す）を選抜した（写真 I-2,3）。次に、この選抜親エビを1個体ずつ発泡スチロール容器（水量10ℓ）へ収容し、採取した卵巣卵をPCR検査（Nested-PCR）に供し、PRDV陰性と判定された親エビのみを採卵に用いた。

検査は、親エビを搬入（通常13～15時頃）後直ちに開始するが、処理尾数が多いため検査結果が判明するのは入手した日の夜半になる。このため、選抜親エビを水温15℃前後の冷却海水中で保持し、夜間は点灯して照度を130～300lx（水面直上）に保ち産卵抑制を行った。しかし、抑制中に産卵する個体や抑制により産卵率が低下するなどの問題が生じ、種苗生産に使用する十分な卵数の確保が困難になることがわかった。そこで、この問題の解決策として、検査結果を待たずに選抜親エビを複数の水槽に小分けして採卵に供し、全ての親エビがPRDV陰性と判定された水槽の卵のみを飼育に供する方法を取った。具体的には、生検法で選抜した親エビを上を寒冷紗で遮光した0.5kℓ（実水量400ℓ）円型ポリエチレン水槽（以下、0.5kℓ産卵水槽と称す）16～32面に1面当り数尾から12尾程度に小分け収容して採卵に供し、陰性と判定された親エビ群から得られた卵を種苗生産に用い、陽性と判定された親エビを含む水槽の卵は全て廃棄処分とした。なお、小分けする場合の収容尾数の基準は、親エビ漁獲海域の天然親エビのPRDV感染状況やそれまでの入手親エビの検査結果を勘案して行った。

PCR法による親エビ選別以外の防除対策として、殺菌海水の使用、採卵に使用した用水の殺菌処理、種苗生産水槽や飼育用器具の消毒及び受精卵の薬浴などを実施した。具体的には、飼育用水にはろ過海水を紫外線殺菌装置（㈱日本フォトサイエンス製 NPL-10, NPL-22, 初期出力の70%で3万 $\mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ の照射量）で殺菌したものを用いた。採卵に使用した用水の処理は専用の水槽に移して次亜塩素酸ナトリウム液（有効濃度60～70mg/ℓ）で殺菌後、中和処理して排水した。親エビ輸送水槽は使用後に同様の塩素剤による消毒を実施した。0.5kℓ産卵水槽、その他採卵用器具などは使用後に塩化ベンザルコニウム1ppm溶液を噴霧するか同0.5ppm溶液に浸漬するなどして消毒した。そのほか作業場所への出入りの際は、塩化ベンザルコニウム1ppm溶液の入った容器で長靴を消毒するとともに、70～80%エタノールで手の消毒を励行した。受精卵の薬浴にはヨード剤（製品名イソジン、有効ヨウ素濃度5ppm 5分間、写真 I-4）を用いた。

平成10～12年度

上浦事業場におけるPCR法のPRDV検出感度の向上に関する試験により、産卵前の卵巣卵検査よりは産卵後の受精囊中の精包を検査するほうが、よりPRDVの検出率が高まる¹⁰⁾ことが判明したことに加え、従来のPCR法を改良し、検査時間を従来の約半分に短縮する技術も開発された。平成10年度からはこの改良された検査方法を採用したことにより、産卵済みの親エビのみが検査対象となり検体数が少なくなって検査コストを低減できた。

必要なふ化幼生数を確保するために採卵を数日間連続して行うことが多く、次の採卵の準備を支障なく行うためには検査結果を待たずに卵回収を速やかに行う必要があった。また、卵回収が遅れると発生の進んだ卵を回収することになり、ふ化率の低下（図 I-1）や卵のヨード剤薬浴の影響による形態異常率の増加（図 I-2）が懸念されるため、できるだけ早い卵回収が必要とされる。そこで、検査結果が出る前に水槽別に卵を回収して一時的に75ℓポリエチレン容器で保持し、検査終了後にPRDV

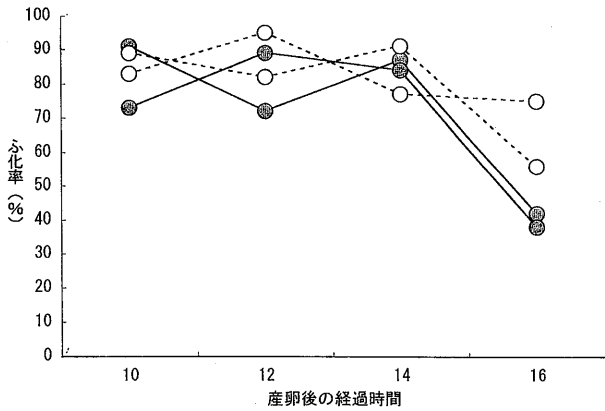


図 I-1 卵回収作業のふ化率への影響 (昭和63年度, 佐藤博未発表)

●—● 卵回収作業あり ○---○ 卵回収作業なし

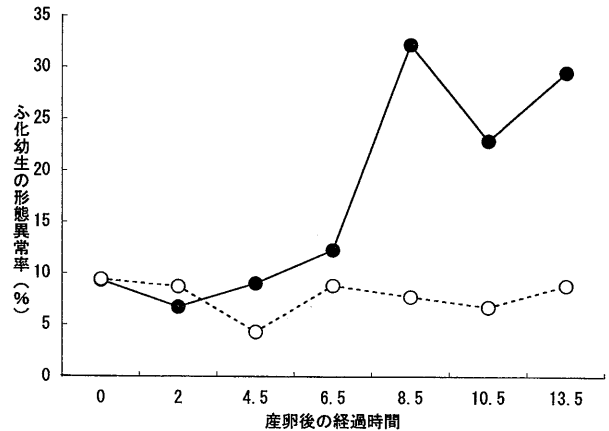


図 I-2 ヨード剤薬浴がふ化幼生の形態異常率に与える影響 (平成10年度, 佐藤純未発表)

●—● ヨード剤薬浴あり ○---○ ヨード剤薬浴なし

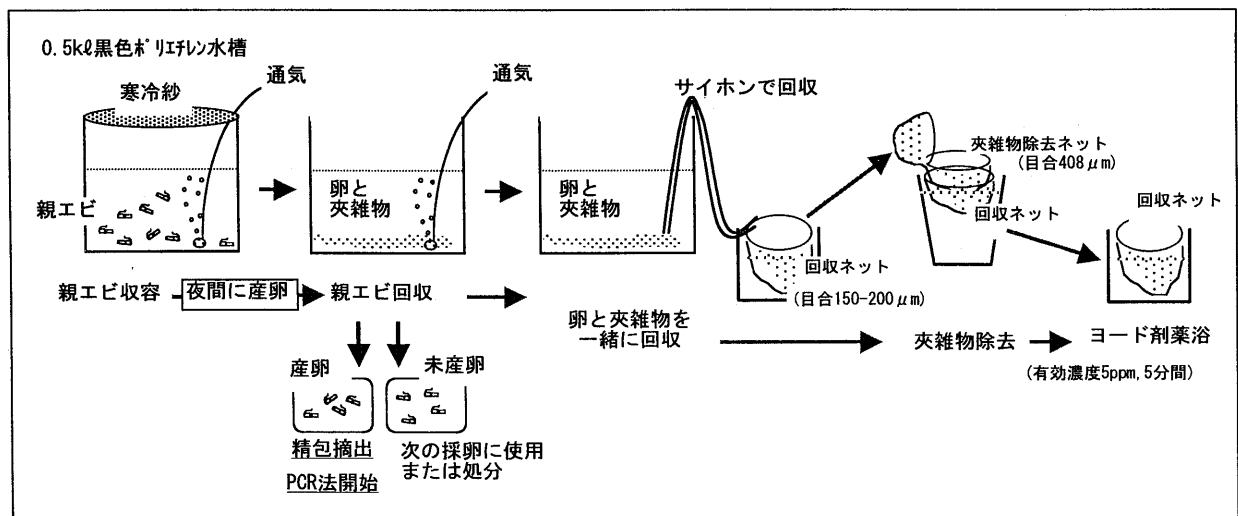


図 I-3 卵回収作業工程

陰性と判定された水槽の卵のみを種苗生産水槽へ收容することとした。なお、PRDV陽性個体を含む水槽の卵は75ℓポリエチレン容器内で塩素殺菌後、中和して廃棄した。

卵回収作業工程を図I-3に示した。まず、採卵に用いた親エビを産卵水槽から取り出して卵影度を観察し、産卵個体(完全産卵個体と一部産卵個体)を選別して個体ごとに精包を摘出して検査を行うとともに、卵の回収作業及び夾雑物分離作業を水槽別に行った。回収した卵は、薬浴後、検査結果が出るまで75ℓポリエチレン容器(最大30個)に産卵水槽別に收容し、通気を施して飛沫が別の容器に入らないように蓋をした。卵影度観察開始から卵を75ℓポリエチレン容器に收容するまでの所要時間は、0.5kℓ産卵水槽を16面使用していた場合には作業人員4名で4~5時間を要した。

種苗生産水槽への卵收容は、検査結果が判明した後の14~18時頃に行った。卵の收容方法は、75ℓポリエチレン容器に收容した卵を海水ごと0.5kℓ産卵水槽に移して

種苗生産水槽までフォークリフトで運びサイホンで種苗生産水槽へ收容する方法と75ℓポリエチレン容器の卵を回収ネットで再回収して10~15ℓバケツで運び種苗生産水槽に收容する方法で行った。

2 採卵の結果及び考察

2-1 親エビの入手と採卵

当事業場での年度別産地別親エビ入手状況について、昭和49年度から平成12年度までの27年間の入手件数の変遷を図I-4に示した。主な入手海域は、日向灘(宮崎県延岡市, 川南町, 日向市, 宮崎市青島), 豊後水道(大分県鶴見町, 佐伯市, 愛媛県八幡浜市), 伊予灘(大分県別府市, 杵築市)の東九州海域であり、平成4年度までは入手海域に大きな変化はみられなかった。しかし、平成5年度以降については、日向灘での極端な漁獲の減少に伴って、八代海(鹿児島県出水市, 東町)や橘湾(長崎県長崎市茂木)などの新しい海域からの入手が増えた。また、最近では海域毎の漁獲状況の年変動や他の種苗生産

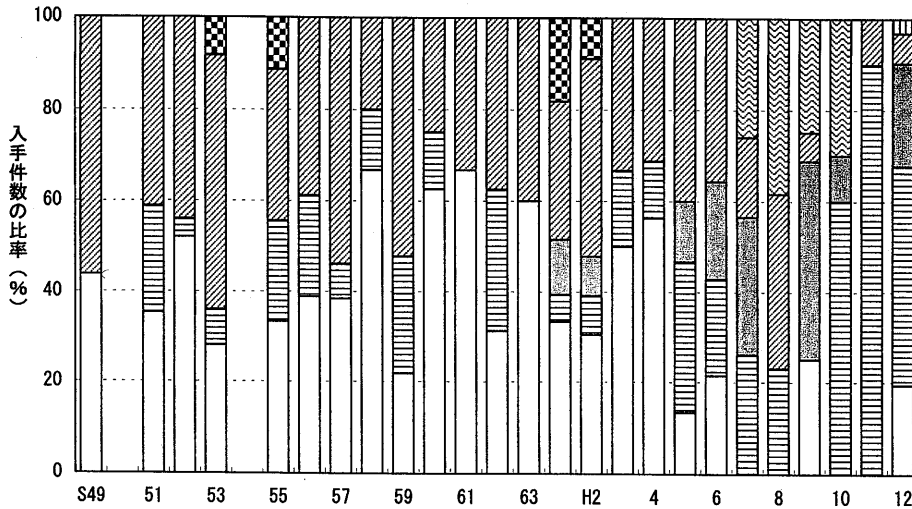


図 I-4 年度別産地別の親エビ入手件数

□ 日向灘 ▨ 豊後水道 ▩ 八代海 ▧ 伊予灘 ▦ 橋湾 ▤ 紀伊水道 ▣ 三河湾

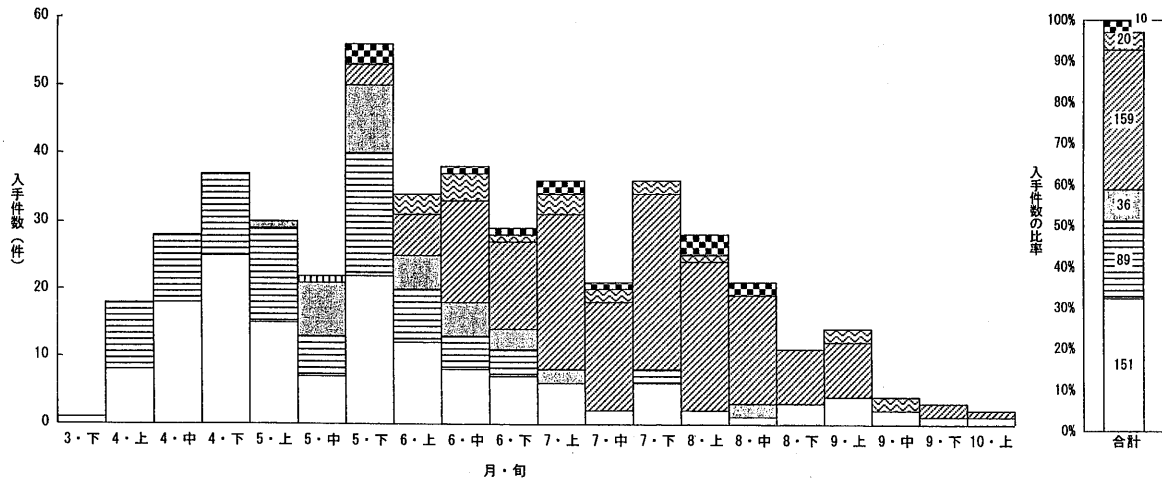


図 I-5 昭和49年度から平成12年度までの時期産地別親エビ入手件数

□ 日向灘 ▨ 豊後水道 ▩ 八代海 ▧ 伊予灘 ▦ 橋湾 ▤ 紀伊水道 ▣ 三河湾

機関との競合などにより、入手海域が年毎に異なるとともに、まとまった親エビを安定して入手することが難しくなってきた。図 I-5 に昭和49年度から平成12年度までの時期別産地別の親エビ入手件数を示した。図に示す通り、早期の種苗生産に供するため4月に親エビを入手した海域は日向灘、豊後水道の2海域に限られる。5月に入ると、上旬頃から八代海、下旬頃から伊予灘と紀伊水道（徳島県小松島市）が加わる。八代海では、漁獲量が少なく漁期も短いため利用可能な時期は1カ月前後、紀伊水道については平成3年度以降利用していない。なお、三河湾（愛知県一色町）からの入手を平成12年度に1回行った。6月以降については、伊予灘が最も主要な入手海域となっているが、近年では長崎県橋湾からの入手も多くなっている。しかし、高温期になると天然クルマエビのPRDV保有率は高くなる傾向にあるため、PAV防除対策として平成9年度以降はこの時期の入手はできる限り行わないようにしており、これらの海域での入手は少なくなった。

当事業場では昭和42年度からクルマエビの種苗生産に取り組んでおり、毎年4千尾余りの親エビを入手して、数億～十数億粒を採卵し、1～数億尾のふ化幼生を得ており、34年間で入手した親エビは尾数で約14万尾、重量で13トンにも及んでいる（表 I-1）。

産卵率（入手尾数に対する産卵親エビの割合）と産卵親エビ1尾当りのふ化幼生数の年度別の平均値を図 I-6,7 に示した。産卵個体は入手尾数の約4割で残りは未産卵となっている。一方、産卵親エビ1尾当りのふ化幼生数の年度別動向をみると減少傾向にあり、約20万尾前後のふ化幼生を得ていた昭和57年度以前に比べ、それ以降は10～15万尾と減少している。この点については、親エビの入手海域や選別方法並びに採卵方法に特に違いはみられないことから、産卵親エビ1尾当りの産卵数の減少あるいはふ化率の低下があったと考えられるが、その原因については明らかでない。

2-2 採卵方法の変更に伴う採卵数の変化

前述したように卵の回収及び洗卵を開始したのは昭和

表 I-1 年度別クルマエビ採卵結果

年度	入手				産卵結果																	採卵方法の 段階
	入手 尾数 (尾)	平均 体重 (g)	死亡 尾数 (尾)	死亡 率 (%)	産卵率			親エビ1尾当り採卵数				PAV防除対策段階での卵使用状況							入手親エビ 1尾当り 幼生数 (万尾)	産卵親エビ 1尾当り 幼生数 (万尾)		
					収容 尾数 (尾)	産卵 尾数 (尾)	産卵率 (%)	採卵 尾数 (万粒)	対入手 対収容 尾数 (%)	採卵 尾数 (万粒)	対入手 対採卵 尾数 (%)	収容 尾数 (万粒)	陰性 収容 卵数 (万粒)	陽性 廃棄 卵数 (万粒)	陰性 廃棄 卵数 (万粒)	ふ化率 (%)	ふ化 幼生数 (万尾)					
																		対入手 尾数 (尾)			対収容 尾数 (尾)	
S43	619	100	?	?	?	304	49											8,664	14.0	28.5	未防除対策段階	
S44	824	100	91	11	?	733	45	51										13,242	16.1	35.5		
S45	3,351	128	?	?	?	1,083	32											?				
S46	3,058	87	?	?	?	1,517	50											28,808	9.4	19.0		
S47	5,008	83	237	5	4,139	2,496	50	60										91,104	18.2	36.5		
S48	4,253	98	244	6	3,853	1,706	40	44										41,216	9.7	24.2		
S49	4,214	89	179	4	4,035	1,968	47	49										40,743	9.7	20.7		
S50	1,424	90	6	0	1,418	703	49	50										13,223	9.3	18.8		
S51	2,498	94	107	4	2,391	827	33	35										16,346	6.5	19.8		
S52	3,112	87	54	2	3,058	1,321	42	43										28,265	9.1	21.4		
S53	4,839	80	146	3	4,767	1,535	32	32										28,637	5.9	18.7		
S54	5,026	93	49	1	4,903	1,569	31	32										31,354	6.2	20.0		
S55	4,117	83	150	4	3,967	1,458	35	37										30,665	7.4	21.0		
S56	3,588	97	286	8	3,292	1,230	34	37										36,558	10.2	29.7		
S57	5,167	83	260	5	4,841	2,445	47	51										44,790	8.7	18.3		
S58	5,777	84	739	13	5,027	2,451	42	49										32,196	5.6	13.1		
S59	5,809	88	308	5	5,501	2,069	36	38										19,766	3.4	9.6		
S60	3,306	89	169	5	3,137	1,470	44	47										19,526	5.9	13.3		
S61	4,196	91	144	3	4,052	1,227	29	30										24,435	5.8	19.9		
S62	6,133	95	339	6	5,794	1,656	27	29										23,600	3.8	14.3		
S63	2,879	89	252	9	2,625	997	35	38	25,591	9	10	26	23,914				67	16,080	5.6	16.1		
H1	7,620	85	571	7	7,049	2,477	33	35	50,223	7	7	20	50,223				56	28,175	3.7	11.4		
H2	5,264	88	189	4	5,075	1,956	37	39	37,567	7	7	19	37,567				68	25,526	4.8	13.1		
H3	5,212	?	177	3	4,995	2,040	39	41	36,535	7	7	18	36,535				74	26,908	5.2	13.2		
H4	4,714	88	100	2	4,614	1,985	42	43										29,703	6.3	15.0		
H5	5,051	91	158	3	4,893	1,802	36	37										18,433	3.6	10.2		
H6	6,394	?	519	8	5,875	1,946	30	33	40,406	6	7	21	40,406				53	21,538	3.4	11.1		
H7	6,283	100	163	3	6,120	2,166	34	35	39,629	6	6	18	39,629				60	23,784	3.8	11.0		
H8	5,587	87	244	4	5,343	1,772	32	33	35,328	6	7	20	35,328				47	16,756	3.0	9.5		
H9	3,181	71	31	1	1,720	1,129	35	66	21,200	7	12	19					68	14,235	4.5	12.7		
H10	3,232	97	76	2	2,813	1,898	59	67	24,291	8	9	13		20,994	206	93	68	14,235	3.8	6.5		
H11	2,944	119	16	1	2,366	1,000	34	42	22,581	8	10	23		23,059	862	371	51	11,665	3.8	6.5		
H12	4,506	101	34	1	3,197	1,164	26	36	31,558	7	10	27		18,880	2,636	1,066	52	9,848	4.1	11.9		
合計	139,186				121,593	51,740												826,249			PAV防除対策段階	
(平均)		(92)					(38)	(42)											(6.9)	(17.3)		

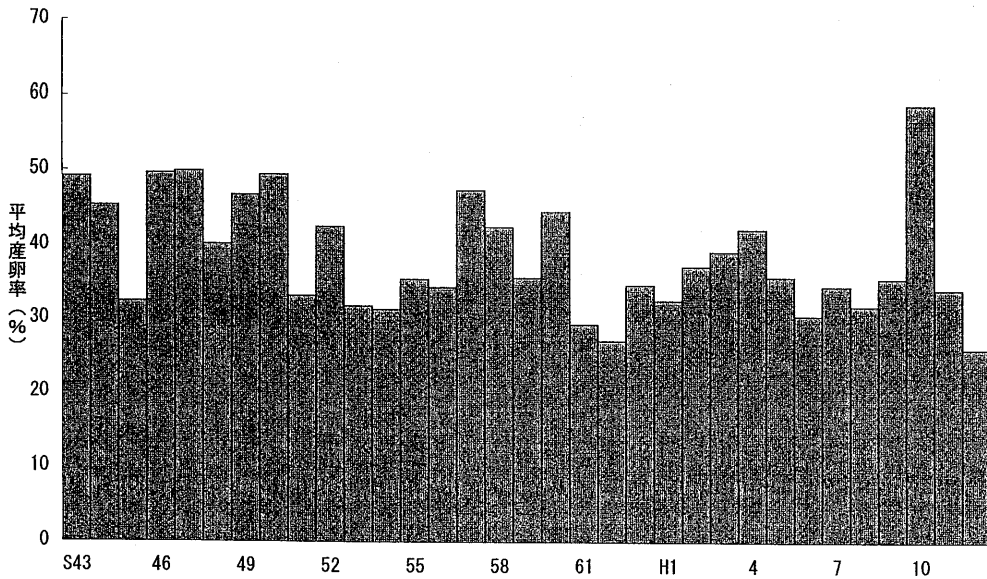


図 I-6 年度別の平均産卵率

60年度、産卵水槽を200kl水槽から35kl水槽に替えたのは平成2年度、卵のヨード剤による薬浴と0.5kl産卵水槽による小分け採卵を開始したのは平成9年度であり、採卵方法の改変の前後5年間の採卵結果(平成9年度以後は4年間の結果)の比較を表I-2に示した。産卵率については、全体的に大きな変化はみられない。産卵親エビ1尾当りのふ化幼生数については、それぞれの段階で変更後のほうが変更前より劣る傾向にあるが、これは前項で述べたように全体的な減少傾向を反映したものと考えられる。ただし、卵回収と洗卵を実施した昭和60年度を境にして幼生数の比較的大きな減少がみられている。

卵回収作業のふ化率に及ぼす影響について検討した試験において、ふ化率は回収前すなわち回収作業を行わない場合には9割前後だったのに対し、回収作業後には5~7割に低下したことから、このふ化率の低下は卵回収の影響によるものと考えられた。しかし、平成9年度に実施した同様の試験では卵回収、洗卵や薬浴の影響はほとんどみられなかった(表I-3)。この違いは、昭和60年度は産卵水槽が大型の200kl水槽で底面積が100㎡と広く、水槽底面がコンクリート素材の粗面であったのに対して、平成9年度は産卵水槽が小型の35kl水槽で底面積が18㎡と小さく、水槽底面がエポキシ樹脂でコーティン

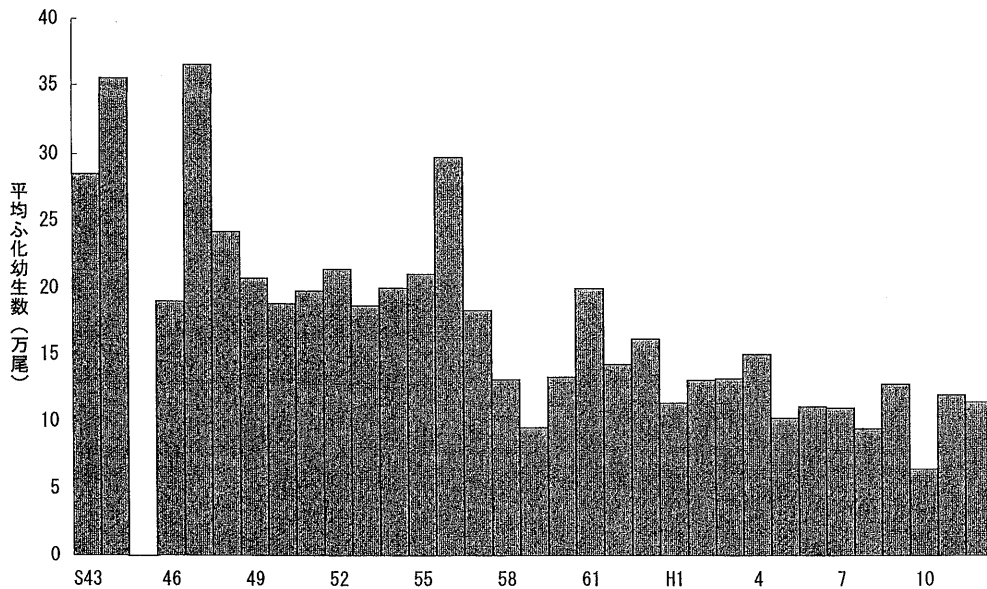


図 I-7 年度別の産卵親エビ1尾当りの平均ふ化幼生数

表 I-2 産卵方法を変更した前後5年間におけるクルマエビ採卵結果

年度	入手		収容		産卵結果				産卵方法変更内容	
	入手尾数 (尾)	平均体重 (g)	産卵親数 (尾)	産卵率* (%)	入手親エビ			産卵親エビ		
					ふ化幼生数 (万尾)	1尾当り 幼生数 (万尾)	1尾当り 幼生数 (万尾)			
S55~59	5力年平均	4,892	87	4,526	1,931	39	32,795	6.7	17.0	BMN防除対策開始前後 産卵水槽を200kℓから 35kℓに変更前後
	5力年合計	24,458		22,628	9,653		163,975			
S60~H1	5力年平均	4,827	89	4,531	1,565	32	22,363	4.6	14.3	
	5力年合計	24,134		22,657	7,827		111,816			
H2~6	5力年平均	5,327	89	5,090	1,946	37	24,422	4.6	12.6	
	5力年合計	26,635		25,452	9,729		122,108			
H4~8	5力年平均	5,606	92	5,369	1,934	35	22,043	3.9	11.4	PAV防除対策開始前後
	5力年合計	28,029		26,845	9,671		110,214			
H9~12	4力年平均	3,466	97	2,524	1,298	37	11,552	3.7	10.0	
	4力年合計	13,863		10,096	5,191		46,208			

* 入手尾数に対する産卵尾数の割合

表 I-3 産卵作業の卵への影響試験結果

	平均	採卵作業段階		
		回収前	回収後	洗卵薬浴後
ふ化率 (%)	平均 (範囲)	71 (23~91)	74 (35~88)	74 (48~93)
形態異常率 (%)	平均 (範囲)	2.3 (0.0~8.2)	1.3 (0.0~10.8)	1.0 (0.0~5.5)

卵を500mlピーカーあるいはφ9cmのシャーレに収容し、水温23~26℃の範囲内で、無通気で試験した

グされていたことから、底に沈んだ卵を回収する時の物理的な障害や回収時間の違いが影響したためではないかと考えられた。

2-3 採卵技術の課題

前述したように、入手した約6割の親エビが未産卵となっており、今後、採卵成績を向上させるためには以下のような課題について取り組む必要がある。

2-3-1 親エビの選別方法

平成9~12年度に入手した親エビの卵巣卵を生検法によって調べ、表層胞発現率(表層胞の発現した前成熟期と成熟期の卵巣卵を持つ親エビの割合)と入手親エビに

対する産卵率及び入手親エビ1尾当りの採卵数の関係について図I-8,9に示した。いずれも正の相関が認められ、表層胞発現率が高いほど産卵成績が良くなることが明らかとなった。親エビの選別方法としては、親エビの入手場所で生検法を用いて選別し、表層胞発現個体のみを入手することが理想と思われるが、水藤³⁾も指摘しているように、入手現場での生検法の実施は、入手先の現場作業の妨げとなり実行上難しいことから現実的ではない。このため、卵影度判定による選別(以下、目視法と称す)をより厳しく行うことが求められる(写真I-5)。同一個体を目視法と生検法で選別した結果を表I-4に示した。目視法でランクA(卵巣の縁辺が鮮明で第1腹節の部分が菱形に膨らんだ状態)の個体には表層胞発現個体がほぼ半数存在しているのに対し、ランクB(卵巣の縁辺は鮮明だが第1腹節の部分が菱形に膨らんでいない状態)、ランクC(第1腹節の部分が菱形に膨らんでいる場合もあるが卵巣の縁辺が全体に不鮮明な状態)の個体には表層胞発現個体がそれぞれ2~3割、0~1割と少ない。また、選別経験のある業者に依頼して入手した

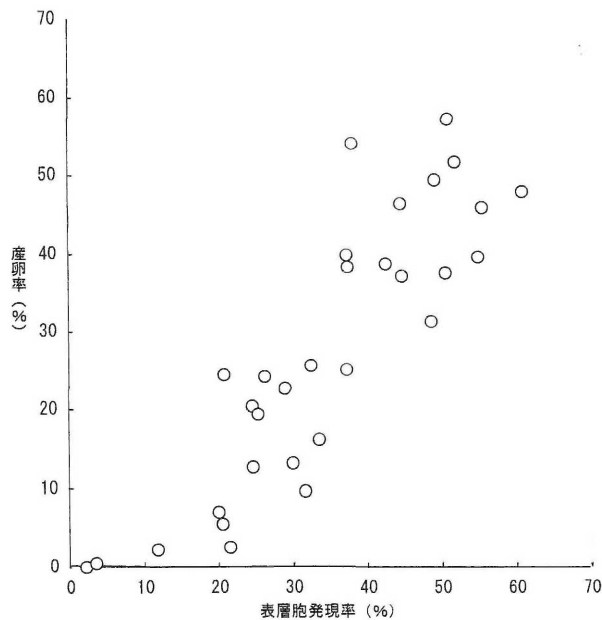


図 I-8 表層胞発現率と産卵率の関係

$$\text{産卵率} = (\text{産卵数}) \div (\text{入手数}) \times 100$$

$$\text{表層胞発現率} = (\text{表層胞の発現した卵巣を持つ個体数}) \div (\text{観察個体数}) \times 100$$

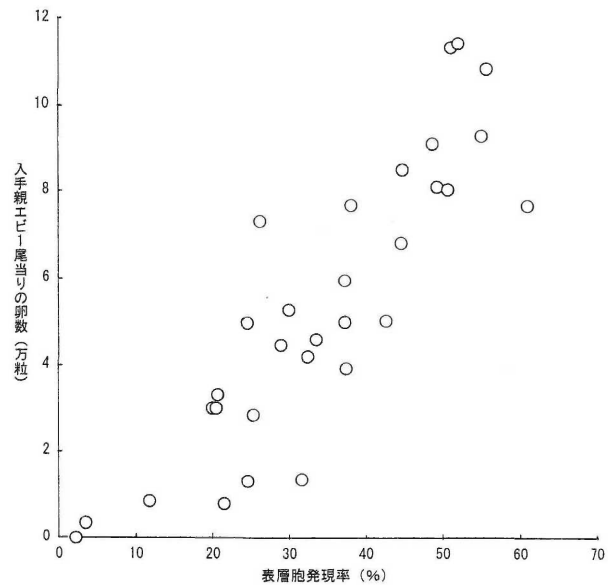


図 I-9 表層胞発現率と入手親エビ1尾当りの卵数の関係

$$\text{入手親エビ1尾当りの卵数} = (\text{採卵数}) \div (\text{入手個体数})$$

$$\text{表層胞発現率} = (\text{表層胞の発現した卵巣を持つ個体数}) \div (\text{観察個体数}) \times 100$$

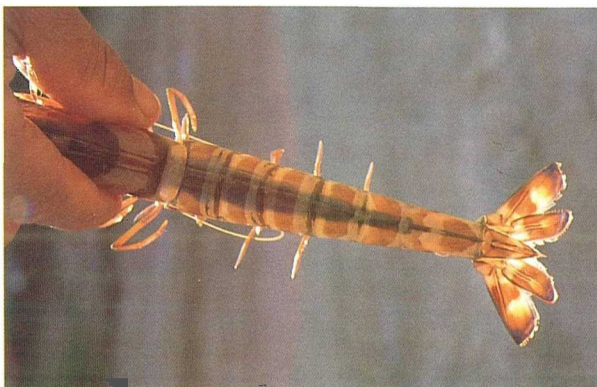


写真 I-5 光に透かしてみえる卵巣の状況

表 I-4 目視法と生検法による成熟度判定結果

観察年月日	入手場所	卵影度	卵巣卵成熟度*			
			前成熟, 成熟期		第3卵黄球期	
			尾数	%	尾数	%
H9. 4. 10 宮崎県延岡	A	25	47	28	53	
	B	6	24	19	76	
	C	6	10	57	90	
H12. 5. 16 愛知県一色	A	13	50	13	50	
	B	8	33	16	67	
	C	0	0	0	0	

* 成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた

親エビを、生検法で選別した群と当事業場のベテラン職員が目視法で選別した群に分けてそれぞれの採卵結果を表 I-5 に示した。目視法ランク A の親エビ群は、供試親エビ1尾当りの卵数については表層胞発現個体すなわち前成熟期あるいは成熟期にある親エビ群にやや劣るものの産卵率では優っている。さらに、平成12年度の生検法による選別を実施した採卵事例と目視法による選別を実施した採卵事例の結果を表 I-6 に示したが、表層胞の発現している親エビと目視ランク A の親エビはほぼ同等の採卵成績であった。親エビ入手の際、クルマエビ担当者は予定した親エビが思うように集まらないと選別が甘くなりがちであるが、これは、採卵成績を下げるだけでなく、いたずらにコストを上げることになることを認識すべきであろう。

2-3-2 第3卵黄球期個体の活用

平成9～12年度に入手した親エビ6,674尾について卵巣卵の観察を行ったが、表層胞発現個体は2,444尾で、残りのほとんどは第3卵黄球期の段階にあった。成熟度別の採卵結果を表 I-7 に示した。第3卵黄球期の卵巣卵

表 I-5 同一入手親エビ群を用いた選別方法の違いによる採卵結果*¹

選別方法	供試親エビ		採卵成績		
	成熟度* ²	使用尾数(尾)	産卵率* ³ (%)	採卵数(万粒)	供試親エビ1尾当りの卵数(万粒)
生検法	前成熟, 成熟期	11	46	225	20.5
	第3卵黄球期	18	28	68	3.8
目視法	目視ランクA	47	53	717	15.3
	目視ランクB	44	45	445	10.1
	目視ランクC	17	8	86	5.1

*¹ 親エビは平成12年5月16日に愛知県一色町から入手

*² 生検法の成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた。目視ランクは本文参照

*³ 使用尾数に対する産卵尾数の比率

表 I-6 生検法選別と目視法選別の採卵結果の比較

成熟度*1	供試親エビ		産卵尾数				産卵率*2		採卵成績	
	使用尾数 (尾)	例数	産卵尾数		産卵率*2		供試親エビ 1尾当り卵数 (万粒)	産卵親エビ 1尾当り卵数 (万粒)		
			完全産卵 (尾)	一部産卵 (尾)	完全産卵 (%)	一部産卵 (%)				
前成熟, 成熟期	182	7	41	42	23	23	18	39.3		
第3卵黄球期	562	7	20	83	4	15	2	10.7		
目視7ヶA	772	9	241	166	31	22	18	34.9		
目視7ヶB	597	9	79	117	13	20	5	13.9		

*1 生検法の成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた。目視7ヶは本文参照
*2 使用尾数に対する産卵尾数の比率

表 I-7 成熟度別の採卵結果

成熟度*1	使用尾数 (尾)	産卵率*2 (%)	総卵数 (万粒)	使用親エビ1尾当りの卵数 (万粒)
前成熟, 成熟期	2,429	70	38,385	15.8
第3卵黄球期	1,970	31	4,417	2.2

*1 成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた

*2 使用尾数に対する産卵尾数の比率

表 I-8 未産卵親エビの生検法による観察結果

事例	入手月日	入手場所	採卵 回数	観察 尾数	卵巣卵の状況*1				備考
					成熟期	前成熟期	第3卵黄球期	退行期*2	
1	H12.4.18	大分県鶴見町	4	46	0	2	35	9	前成熟期の2尾も第3卵黄球期を保有。第3卵黄球期には変性卵もみられる。退行期9尾うち2尾には前成熟期がわずかにみられる。
2	H12.5.8	大分県鶴見町	5	71	0	0	22	49	退行期のうち、3尾は成熟期、4尾は前成熟期、25尾は第3卵黄球期の卵がみられる。

*1 成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた

*2 検鏡して変性卵の占める割合が視野の半分を超える卵巣状態のもの

を保有する個体（以下、第3卵黄球期個体と称す）の1尾当りの採卵量は表層胞発現個体の2割にも満たず、産卵の可能性も非常に低い。また、第3卵黄球期を採卵に供し、未産卵に終わった個体の卵巣卵を生検法で観察した結果を表I-8に示した。事例1は4回（4晩）、事例2は5回（5晩）、それぞれ採卵に供した後に観察した。前者では46個体中35個体は第3卵黄球期のまま、9個体は変性あるいは崩壊した卵巣卵となり、成熟が進んだ個体はわずかに2個体（この2個体は5回目の採卵に供したところ、1個体は産卵した）であった。後者では71個体中22個体が第3卵黄球期の状態、残りの49個体は変性あるいは崩壊しており、成熟期あるいは前成熟期に進んだ個体は1個体もみられなかった。さらに、卵巣卵が第3卵黄球期の状態でも、その中に変性した卵巣卵を含んでおり、このような状態では成熟の進む可能性は極めて低いと考えられた。今ら¹¹⁾は第3卵黄球期の卵巣卵を持つ個体では変性や退行がほとんどみられなかったと報告しているが、この時の採卵水温は20℃前後と当事業場の23~25℃に比べて低く、この違いは水温の影響によるものが考えられた。また、水藤¹²⁾は4月の第3卵黄球期個体は時間の経過による卵巣卵の崩壊が小さく産卵の可能性があるが、6、7月の個体については、その多くは卵巣卵の崩壊により産卵は期待できないと述べている。また、この原因として、漁獲漁場から産卵水槽への収容までの水温変動が大きいことにあると推測している。このように第3卵黄球期個体を利用する場合には、

水温条件に留意すべきであり、成熟促進させるための何らかの処理が必要となる。宮島⁹⁾は人工養成エビを用いた試験で第3卵黄球期個体を眼柄処理（片眼柄を手術用縫合糸で結束）することにより成熟及び産卵の促進が可能であるとしている。しかし、この眼柄処理の天然親エビへの応用は、生検法から眼柄処理までの労力が大きいことに加え、親エビへのストレスの増大によりBMNやPAVなどウイルス性疾患の発症を助長する可能性があることから、現時点での応用は難しい。今後、外科的方法によらない内分泌系の制御による成熟及び産卵促進方法の開発が期待される。

ここで、第3卵黄球期個体で産卵成績の良かった唯一の事例を紹介する。その事例の採卵結果を表I-9に示したが、この事例が他と異なる点は、生検法による選別が朝9時に終了していたことであり、通常は14時~19時に行う生検法を5時間以上早く実施したことになる。この事例は、第3卵黄球期から成熟期への発達が非常に短時間のうちに起きる可能性を示唆しており、生検法を実施する上で留意しておくべきことであろう。

2-3-3 採卵方法の検討

産卵親エビ1尾から得られる卵数は、その卵巣卵数よりはるかに少ないのが現状である。水藤¹²⁾は個別に採卵を実施し、親エビの体重(X)と産卵数(Y)の関係を $Y=0.9647X-21.4$ で示している。当事業場で採卵に供している親エビの平均体重は92gであるから、この式によって推定される親エビ1尾当り産卵数は70万粒弱とな

表 I-9 第3卵黄球期個体で産卵結果の良好事例

入手月日	供試日	収容状況			産卵率*2				
		使用水槽	水温 (°C)	供試個体		完全 (%)	一部 (%)	未産卵 (%)	総卵数 (万粒)
				成熟度*1	使用尾数				
H9.7.17	7.17	0.5kℓ* リゾリ水槽 4面	24.1~25.0	前成熟, 成熟期	10	40	0	60	74
		0.5kℓ* リゾリ水槽 4面		第3卵黄球期	42	48	10	43	361

*1 成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた

*2 使用尾数に対する産卵尾数の比率

(「完全」は卵巢の卵影がほとんどない個体、「一部」は卵巢の卵影がまだ残っている個体)

表 I-10 完全産卵した親エビ1尾当りの産卵数

年度	例数	採卵水温 (°C)	使用 尾数 (尾)	完全産卵 尾数 (尾)	産卵親エビ	
					採卵数 (万粒)	1尾当りの卵数 (万粒)
平成 9	2	22.9~25.0	15	8	223	28(18,37)
10	5	22.7~24.9	38	24	909	38(25~48)
11	6	22.0~24.8	52	22	938	43(35~80)
12	11	21.2~25.0	39	17	786	46(14~88)
合計	24		144	71	2,855	40(14~88)

表 I-11 同一場所から同一日に入手した親エビを用いた採卵結果

(平成7~12年度の親エビ情報データから抜粋)

入手場所	入手日	入手尾数 (尾)	輸送方法	輸送死亡数 (尾)	輸送先*1	採卵数 (万粒)	N数*2 (万尾)	ふ化率 (%)	1尾当りの
									ふ化N数*3 (万尾)
大分県別府市	H7.7.27	425	有水	0	愛媛県	3,960	887	22	2.1
		121	有水	0	宮崎県	4,855	1,857	38	15.3
大分県鶴見町	H10.4.21	300	有水	0	愛媛県	2,435	1,121	46	3.7
		398	有水	0	鹿児島県	4,668	2,093	48	5.3
大分県鶴見町	H11.4.6	304	有水	0	鹿児島県	2,194	861	39	2.8
		300	有水	7	山口県	5,254	3,302	63	11.0
大分県鶴見町	H11.4.19	300	有水	2	福岡県	5,622	5,273	94	17.6
		250	有水	0	鹿児島県	2,030	1,027	51	3.4
大分県鶴見町	H12.4.3	250	有水	3	山口県	2,007	1,109	55	4.4
		251	有水	0	鹿児島県	406	154	38	0.6
大分県鶴見町	H12.4.24	100	有水	0	福岡県	555	232	42	0.9
		200	有水	0	鹿児島県	826	295	36	3.0
大分県鶴見町	H12.5.2	311	有水	0	福岡県	1,349	503	37	2.5
		150	有水	0	鹿児島県	763	296	39	1.0
					福岡県	722	476	66	3.2

*1 鹿児島県は全て日本栽培漁業協会志布志事業場への輸送

*2 ふ化ノープリウス数

*3 入手親エビ1尾当りのふ化ノープリウス数

る。しかし、当事業場における完全産卵個体みの採卵例での親エビ1尾当りの平均産卵数は40万粒(14~88万粒)と推定値より少ない(表I-10)。これについて、照屋ら¹³⁾は、産卵後の水槽にみられる粘液様物質が未受精卵に由来するものであることを明らかにし、卵巢卵の半数近くが未受精卵として産出され、そのために卵巢卵数と採卵数に差が生じていると推察している。今後、未受精卵が発生する要因を解明し、受精率を高める採卵方法の改善が必要と思われる。

ふ化率については、平成9年度から12年度までの年間平均ふ化率をみると、それぞれ68,51,52,40%となり、ほぼ半数しかふ化していない。清水ら¹⁴⁾はこの原因の

一つとして、産卵後の水質の変化が影響していると考え、産卵水槽内の通気を弱めると同時に換水を行うことで産卵後の粘液様物質の発生を抑えることができ、結果としてふ化率が高くなる事例を紹介している。また、同一場所から同一日に異なる機関が入手した親エビを用いた採卵結果の概要を表I-11に示した(平成7~12年度の親エビ情報資料から抜粋)。採卵成績をみると機関によって大きく異なる場合があり、採卵方法の違いによって成績が異なる可能性を示唆しており、採卵方法の見直しによって親エビの有効活用を図る必要もあると思われる。また、同一群の受精卵の実際の種苗生産水槽でのふ化率とピーカーでのふ化率の違いを図I-10に示した。

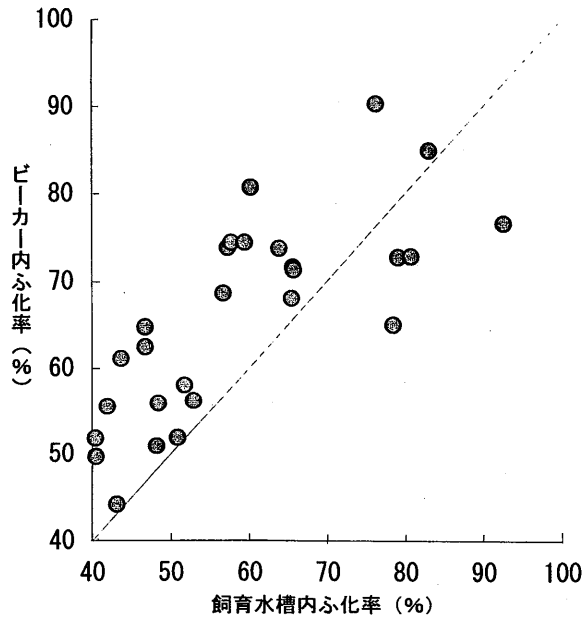


図 I-10 飼育水槽とピーカー内でのふ化率の関係

ふ化率は、両者間で正の相関を示しているが、ピーカーでのふ化率の方が高くなる傾向を示していることから、今後、種苗生産水槽の環境条件の面からの検討も必要と思われる。

先に示した表 I-7 にみるように、表層胞発現個体の3割が産卵しないことも問題である。宮島⁹⁾は人工養成親エビの採卵試験において表層胞発現個体の産卵率96.2%を得ている。水藤⁸⁾は4月の表層胞発現個体は全て産卵したが6、7月には産卵しないものも多く、その原因として、親エビが受ける水温条件の変化がこの時期には特に影響していることを挙げている。当事業場において表層胞発現個体のみを採卵に用いた事例について4月期と6、7月期に分けて表 I-12 に示した。この結果では、

水藤の報告とは逆に4月期の産卵率（一部産卵を含む）が52%と6、7月期の76%に比べて低かった。いずれにしても、産卵直前であるはずの表層胞発現個体が産卵しない原因としては水温の変化を含む漁獲から採卵に供するまでのストレスの影響が大きいと考えられ、これをできるだけ軽減する努力が必要であろう。

採卵に用いた後の親エビの産卵状態は、卵巣卵を完全に放出する完全産卵、一部を放出する一部産卵及び放出がみられない未産卵の3つに分かれる。平成9～12年度の年度別採卵結果では、産卵個体のうち平均約45%（42～52）が一部産卵であった。このうち、産卵個体が全て一部産卵だった事例を表層胞発現個体と第3卵黄球期個体に分けて表 I-13 に示したが、明らかに表層胞発現個体と第3卵黄球期個体との一部産卵の意味合いが異なった。表層胞発現個体では産卵個体1尾当り採卵数は約35万粒で、先に示した表 I-10 の完全産卵個体のみ事例の約40万粒と大きな差はない。一方、第3卵黄球期個体では産卵個体1尾当り採卵数は2万粒にも満たず、飼育にはほとんど使用できない産卵状況であった。このように、産卵率が比較的高い場合でも産卵数が少ない事例があるのは、このような産卵がみられた場合と思われる。

以上、卵巣卵の成熟度別の採卵状況について述べ、採卵効率の課題を挙げたが、ほとんど具体的な解決策について示すことはできなかった。今後も採卵効率をより高める方法の技術開発が望まれるが、天然の親エビを使つての比較試験は難しく、同一群の親エビを生検法で選別し、成熟段階のほぼ同じ個体のみを供試しても各水槽別の採卵成績は大きく異なる場合が少ない(表 I-14)。さらに、クルマエビの栽培漁業はすでに事業化段階にあるため県での技術開発の実施は難しい状況にある。現在、日裁協百島事業場で取り組んでいる親エビ養成の技術開発については、関係府県からの要望も高く、養成親エビ

表 I-12 表層胞発現個体^{*1}を用いた時期別採卵結果

	使用尾数 (尾)	産卵尾数				産卵率 ^{*2}			総採卵数 (万粒)	親エビ1尾当りの卵数	
		完全 (尾)	一部 (尾)	未産 (尾)	死亡 (尾)	完全 (%)	一部 (%)	未産 (%)		対産卵尾数 (万粒)	対供試尾数 (万粒)
4月期	432	159	67	181	25	36.8	15.5	47.7	6,317	28.0	14.6
6,7月期	1,335	720	289	287	39	53.9	21.6	24.4	19,863	19.7	14.9

*1 表層胞の発現した卵巣卵を持つ個体

*2 使用尾数に対する産卵尾数の比率

表 I-13 産卵個体の一部産卵のみであった採卵事例（平成9年～12年度採卵結果より集計）

使用親エビの 成熟度 ^{*1}	使用尾数 (尾)	産卵尾数		産卵率 ^{*2}		卵数 総計 (万粒)	親エビ1尾当り卵数	
		完全 (尾)	一部 (尾)	完全 (%)	一部 (%)		対産卵尾数 (万粒)	対供試尾数 (万粒)
前成熟, 成熟期	57	0	22	0	39	769	34.9	13.5
第3卵黄球期	441	0	65	0	15	109	1.7	0.2

*1 成熟度段階の区分は宮島ら⁹⁾に準じた

*2 使用尾数に対する産卵尾数の比率

表 I-14 同一入手親エビ群のうち表層胞発現個体*を用いた採卵結果

採卵供試年月日	使用水槽 (kℓ)	収容尾数 (尾)	産卵率 (%)	採卵数 (万粒)	供試尾数1尾当りの採卵数 (万粒)
H10.4.16	0.5	8	63	20	2
		8	25	30	3
		8	50	48	5
		8	88	105	12
		8	38	110	12
		8	63	136	15
		8	63	168	19
		8	75	205	23
H10.4.6	0.5	9	33	100	11
		9	67	112	12
		9	67	139	15
		9	56	158	18
		9	56	173	19
		9	78	303	34
		9	78	321	36
H11.4.6	0.5	10	30	87	10
		10	60	144	16
		10	40	146	16
		10	60	164	18
		10	40	169	19
		10	70	218	24
		10	70	234	26
H10.6.16	0.5	14	93	128	9
		14	71	146	10
		14	93	153	11
		14	79	198	14
		14	86	227	16
		14	79	231	17
		14	85	260	19
		14	93	281	20
		14	85	290	21
		14	77	327	23
H10.6.17	0.5	16	69	96	6
		16	75	139	9
		16	81	169	11
		16	88	180	11
		16	88	180	11
		16	93	209	13
		16	88	209	13
		16	67	210	13
		16	93	230	14
		16	88	290	18
16	81	299	19		

* 表層胞の発現した卵巣卵を持つ個体

による成熟・産卵時期の同調化と大量採卵技術の実用化が期待される。

2-4 PAV 防除対策の課題

平成9～12年度の親エビのPCR法によるPRDV検査結果の概要を海域別に表I-15に示した。4年間で約9千尾を検査したところ、71尾が陽性と判定された。我が国の主な親エビの供給海域において、陽性率こそ低いものの依然として全海域で感染が認められており、今後もPAV対策は重要な課題である。

当事業場では、平成9年度からPCR法による検査でPRDV陽性親エビ由来の卵を排除し、陰性親エビ由来の卵のみを使用して平成12年度までに計46回の種苗生産を行った。このうち、PAV発症事例はなかったがPRDV陽性と判定された事例が1例あり、飼育を中止して廃棄処分とした。この事例の親エビのPCR検査結果をみると、採卵1日目の陽性個体は産卵個体32尾中2尾とそれほど多くはなかったものの、未産卵個体を再度採卵に用いたところ、産卵個体25尾中14尾が陽性判定となり、これまでにみられない高い陽性率を示した。種苗生産にはPRDV陰性と判定された親エビから得た卵のみを用いたが、P20（ポストラーバ日齢20、以下同様に表記）でPRDV陽性となった。このように、高いPRDV陽性率を示す親エビ群においては、現在実施しているPCR検査方法では充分ではないと考えられた。虫明ら*は天然親エビの血リンパ、胃上皮、卵巣、受精囊の4部位をPCR法で検査し、現行の検査手法による検出限界について検討している。それによると4部位を検査した場合のPRDVの検出率を100%とした場合、現在行っている受精囊のみの検査では75%の検出率しかなく、25%の陽性親エビが陰性と判定される可能性があり、これに対し

表 I-15 入手した親エビクルマエビの海域別年度別 PRDV 検査結果

入手海域	年度	検査例数 (例)	陽性例数 (例)	入手尾数 (尾)	検査尾数 (尾)	陽性尾数 (尾)	入手尾数に対する陽性率 (%)	検査尾数に対する陽性率 (%)
日向灘	H9	5	2	545	308	9	1.65	2.92
	H12	7	4	613	298	6	0.98	2.01
豊後水道	H9	6	1	1,134	600	5	0.44	0.83
	H10	9	3	2,931	1,657	6	0.20	0.36
	H11	10	3	3,407	1,421	3	0.09	0.21
	H12	18	4	2,905	573	7	0.24	1.22
八代海	H9	5	0	1,085	721	0	0.00	0.00
	H10	1	0	279	194	0	0.00	0.00
	H12	7	1	684	276	4	0.58	1.45
伊予灘	H9	8	3	1,919	1,171	7	0.36	0.60
	H11	1	1	252	21	4	1.59	19.05
	H12	3	1	398	93	3	0.75	3.23
橘湾	H9	4	0	1,276	696	0	0.00	0.00
	H10	3	1	1,122	526	1	0.09	0.19
三河湾	H12	1	1	194	57	16	8.25	28.07
合計(平均)		88	25	18,744	8,612	71	(0.38)	(0.82)

*平成9年度上浦事業場事業報告書

ては、受精囊に加えて卵巣の検査を実施することで検出率を92%に上げることが可能であると述べている。このように、高い陽性率を示す親エビについては、虫明らが示したように検査部位を複数として検出感度をさらに高める必要があるが、現状では検査コストや検査時間など

の問題があり、種苗生産現場で対応するのは難しい。今後、簡易手法の開発により、低コスト化や検査時間の短縮が望まれる。また、親エビを天然に依存している現状では、各供給海域の天然エビの漁獲量とともにPRDV陽性率も常にモニターしておくことも重要である。

Ⅱ. 種苗生産

クルマエビ種苗生産技術はほぼ確立している。現在、多くの栽培漁業実施機関の対象種となっており、その飼育方法は各機関によって多少の違いはあるものの、ほぼマニュアル化されている。また、近年は微粒子配合飼料が、その質的向上に伴って、生物餌料の代替飼料として利用されてきている。一方、PAVが依然として発生しており、種苗生産段階では水平感染の防除対策に留意するとともに、その他の疾病対策にも充分気を付ける必要がある。

1 種苗生産方法

1-1 飼育施設の概要

当事業場の種苗生産水槽群の仕様を表Ⅱ-1に示した。クルマエビの種苗生産を開始した昭和42年度にはまだ大型水槽がなく、10kl程度の小型水槽での生産であったが、昭和43年度と45年度には事業場に隣接するプール（実水量1,500kl）を借り受けて飼育試験を行った。その結果、2カ年とも2,000万尾以上の稚エビの生産に成功した。これらの成果を受けて、クルマエビ専用の大型水槽として2,500kl水槽が設置され、これを用いた種苗生産を昭和45年度に初めて試み、約700万尾の稚エビを生産した。その後、昭和46～54年度には2,500kl水槽1面（写真Ⅱ-1）と100～200kl水槽7面、さらに55年度には400kl水槽2面が加わり、当事業場の種苗生産施設はほぼ完成した。この年度から平成12年度までは、クルマエビ種苗生産の用途別に水槽分けを行い、2,500、400kl水槽は飼育専用、150、200kl水槽は飼育と餌料培養の併用、100kl水槽は餌料培養専用として施設の有効利用を図った。

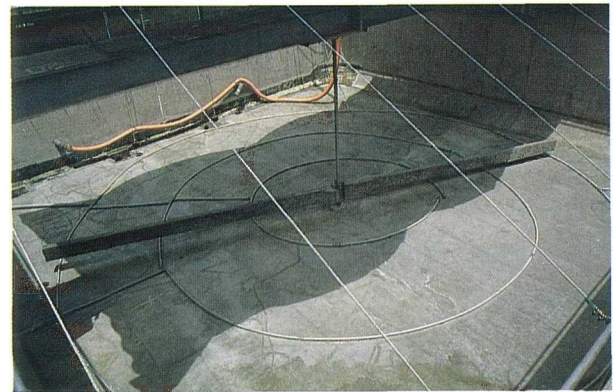
当事業場の飼育水槽は全て屋外にあるため、環境維持のために照度対策を行う必要があり、飼育水槽上に遮光幕（寒冷紗、遮光率75%あるいは90%）を張って照度を調整したが、それでも水面照度は、晴天時には5,000～10,000lx、曇天時でも1,000lx以上となった。

1-2 水質管理

1-2-1 通気及び攪拌



写真Ⅱ-1 2,500kl水槽

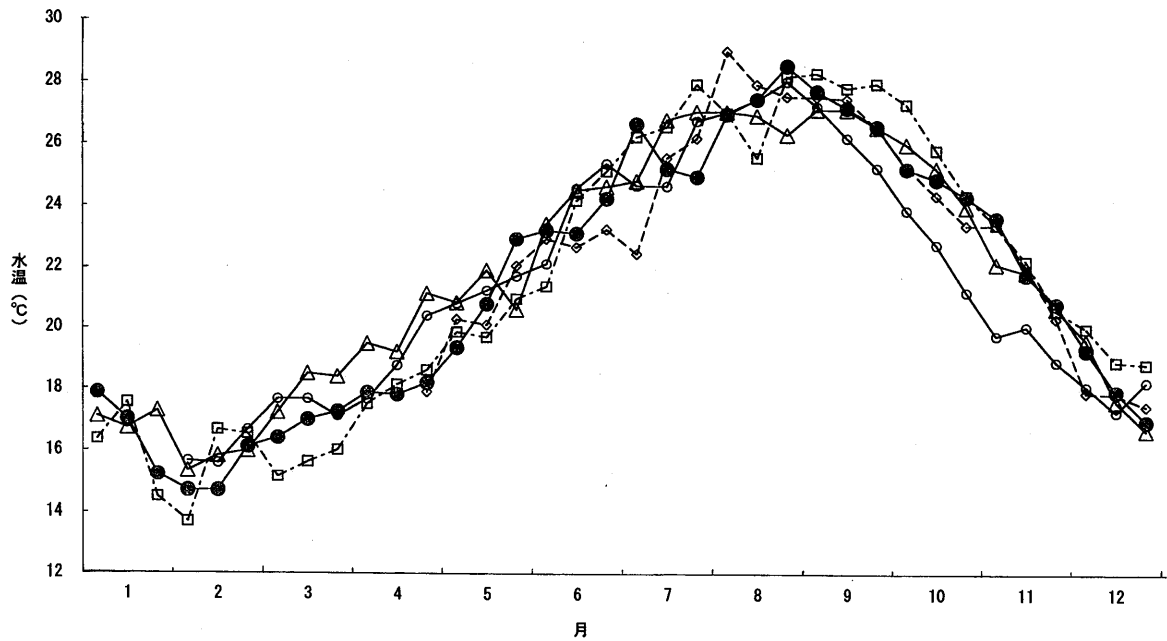


写真Ⅱ-2 400kl水槽のアジテーター（攪拌機）

通気方法はエアブロック方式を採用しており、塩ビパイプに直径1～1.5mmの大きさの穴を7～16cm間隔で開けたものを水槽底面に設置して使用している。2,500kl水槽では、水槽壁に沿って周回するエアブロックと幅40cm、長さ8mの枠型のエアブロック14台を水槽底に均等に2列に配置して通気し、昭和50年代前半まではこの2列14台のエアブロックに滑車を取り付け、1列7台を連結して電動で左右に反復運動させて飼育水を攪拌した。400kl水槽では、同心円状に等間隔で3重に設置したエアブロックで、200klと150kl水槽では、格子状に等間隔で設置したエアブロックでそれぞれ通気し、昭和60年代までは底面直上に攪拌装置（幅20cm、長さ8m、写真Ⅱ-2）を設置して0.5～1.5回転/分で稼働させ、飼育水を攪拌した。また、昭和50年代までは、スキューバ

表Ⅱ-1 飼育水槽の仕様

名称	面数 (面)	実用 満水量 (kl)	使用 開始 年度	水槽規格		満水時 水深 (m)	方式	通気方法		
				規格 (m)	底面積 (㎡)			通気穴 直径(mm)	間隔(cm)	個数
2,500kl水槽	1	2,500 →2,000	S45	20 × 36 × 4	720	3.5～2.8	エアブロック	1～1.5	14～16	2,800
400kl水槽	2	430	S55	12 × 12 × 3	144	3.0	"	1～1.5	7～11	450
200kl水槽	2	180	S44	10 × 10 × 2	100	1.8	"	1～1.5	7～10	300
150kl水槽	2	150	S44	11 × 10 × 1.5	110	1.4	"	1～1.5	7～10	300
100kl水槽	2	100	S44	11 × 7 × 1.6	77	1.3	"	1～1.5	7～10	130



図II-1 志布志事業場の地先海水温度(旬別平均値)の推移

--○--H8 ○--H9 --□--H10 △--H11 ●--H12

潜水によって沈殿物を人力で攪拌する作業も実施していた。以上のような通気以外の攪拌の工夫や攪拌装置を設置した理由は当時の使用餌料に起因している。すなわち、当時の種苗生産には、餌料として、ゾエア期(以下、Z期と称す)は醤油粕、パンイースト、微生物フロック、ポストラバ期(以下、P期と称す)は冷凍アミとアサリのミンチ肉などが使用された。これらの餌料は利用効率が低いため、飼育水中への有機物の供給源ともなり、水質を悪化させる要因となる。特に止水飼育期間であるノープリウス期(以下、N期と称す)からP1までは、種苗生産に必要な手法として前記のような攪拌手段が有効利用された。しかし、最近では幼生餌料の単純化、P期餌料の完全配合飼料化及びろ過海水の使用などの飼育方法の改良によって、これらの装置がなくても水質維持が可能となったため使用しなくなり、現在はエアブロックによる通気だけとなっている。なお、このエアブロックの通気量はおおよそ毎分7l/kℓである。

1-2-2 用水

当事業場のろ過装置は、開所当初(昭和42年度)に重力式の砂ろ過装置が設置されたが、処理量は最大でも1日700kℓと少なかった。このため、ろ過海水はZ期まで使用し、それ以降は生海水へ切り替えていた。その後、加圧式の急速砂ろ過装置(ろ過精度40 μ m以上)の導入によって1日当たり4,680kℓのろ過海水が使用可能となり、昭和55年度からは全飼育期間を通してろ過海水を使用した。平成8年度まではこの砂ろ過海水をそのまま飼育水として使用したが、平成9年度からはPAV対策が必要となったため、ろ過海水を紫外線(株)日本フォトサイエンス製NPL-10及びNPL-22)により殺菌処理して全飼

育事例で使用した。

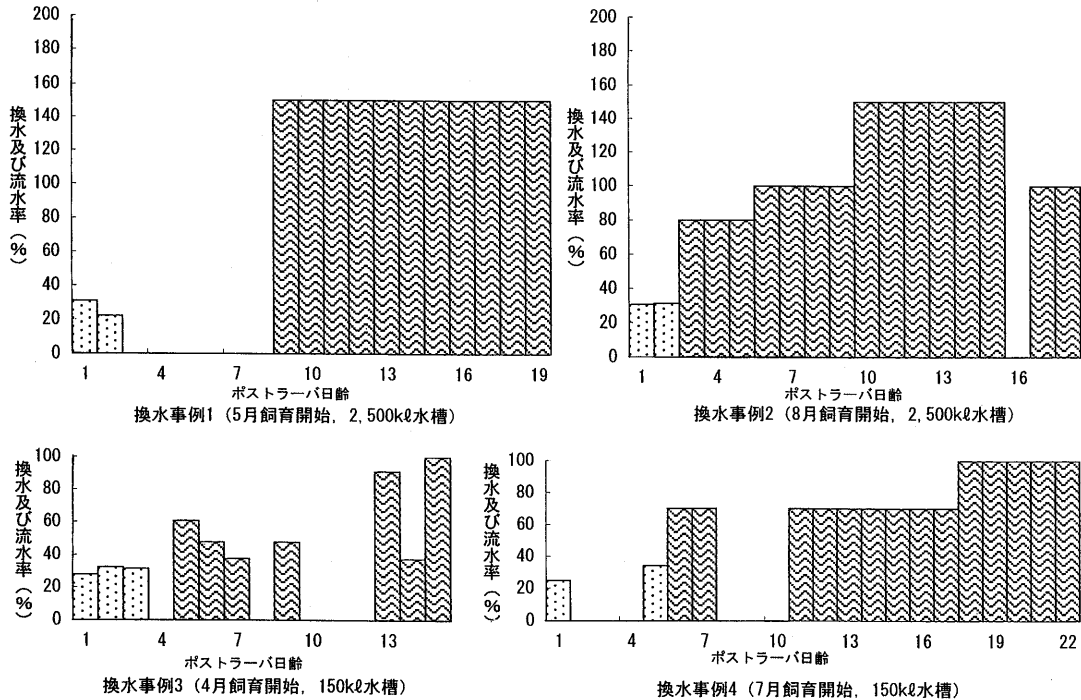
1-2-3 加温

飼育は水温23 $^{\circ}$ C以上で行った。当事業場の地先水温の年変化を図II-1に示した。年により変動はあるが、水温が23 $^{\circ}$ Cを超えるのは概ね6月中旬頃である。また、飼育初期の止水飼育期間は外気温によって水温が大きく変動する。このため、6月中旬までは温水ボイラーにより加温(チタン管による熱交換方式)した。

1-2-4 換水

換水方法は、N期では換水は行わないが、Z期からは餌料として供給する珪藻やテトラセルミスの培養水の添加と注水により飼育水を満水量まで増水し、その後、M期後半あるいはP期になってから換水を開始した。したがって、珪藻やテトラセルミスの供給量を勘案して、飼育開始時の水量は満水量の3~6割となった。

換水の方法には、飼育水の一定量を減水した後に設定水量まで注水を行う止水換水方式と、飼育水量を一定として排水と注水を同時に行う流水換水方式の2つがある。前者は換水効率が良いというメリットはあるが、減水により一時的に飼育密度が高まることや、一度に大量の飼育水を交換するため水質の変化が大きくなりストレスを与えることなどのデメリットがある。後者は換水効率がよくないが水質の変化は少ない。また、排水ネットの目詰まりによるオーバーフローには注意を払う必要がある。飼育現場では、どちらの方式を採用するかは飼育状況により決めているが、特に用水が不足する場合や加温を行っている場合などには止水換水方式、飼育用水に余裕があり自然水温で飼育できる場合には流水換水方式を採用した。ここで当事業場のP期の換水方法について



図II-2 生海水使用時期の換水事例
 $(\text{換水率, 流水率}) = (\text{1日当りの換水量, 流水量}) \div (\text{その時点での水量}) \times 100$
 換水率 (%)
 流水率 (%)

具体的な事例を紹介する。生海水を使用していた時期の2,500ℓ水槽と150ℓ水槽の換水状況を図II-2に示した。事例1～4とも流水を多用し、1日の最大の換水率はそれぞれ150%、100%と比較的高かった。ろ過海水を使用した時期の2,500ℓ水槽と400ℓ水槽の換水状況を図II-3に示した。止水換水方式ではほぼ毎日換水した事例5の換水量は20～30%と少なく、止水換水方式と流水方式を併用した事例6では流水の換水効率の悪さを補うために流水を含めた換水率で60%程度に増やしている。P期の初期と飼育後半に若干の止水換水を行っているものの、ほぼ流水換水方式を採用した事例7では、前記の2事例が飼育期間中に換水量はあまり変えない方法なのに対して、成長に伴って換水量を増やしており、最大200%近い換水率となっている。

飼育用水量の確保が充分でなかった時期は、換水効率の良い止水換水方式を採用し、珪藻の添加や植物プランクトン増殖のための施肥によるいわゆる「水作り」により水質を維持するという考え方がとられ、できるだけ換水は控える飼育方式であった。しかし、近年は飼育手法の改良により水作り方式の考え方に替わって、多量の飼

表II-2 ステージ別の換水基準

ステージ ^{*1}	日齢	排水ネット 目合 (目)	1日当りの換水率 ^{*2}			
			飼育水量 (%)	排水量 (%)	注水量 (%)	流水量 (%)
E, N	0~2	-	35~50	-	-	-
Z	3~7	-	35~50→80~100	-	5~15	-
M	8~10	60	80~100→100	0~10	10~20	-
P1~5	11~15	50	100	15~30	15~30	0~30
P6~10	16~20	40	100	15~40	15~40	40~50
P11~15	21~25	30	100	10~20	10~20	50~80
P16~25	26~35	30	100	0~10	0~10	100~150
P26~35	36~45	24	100	-	-	150~200

*1 E, 卵; N, ノープリウス; Z, ゴイ; M, ミス; P, ホストラーバ (数字は日齢)

*2 飼育水槽の満水量に対する比率
 (ZとMの注水量はテトラセルミスの供給量を含む)

育用水を使用して水質を維持する流水換水方式が主流となっており、その換水基準表を表II-2に示した。

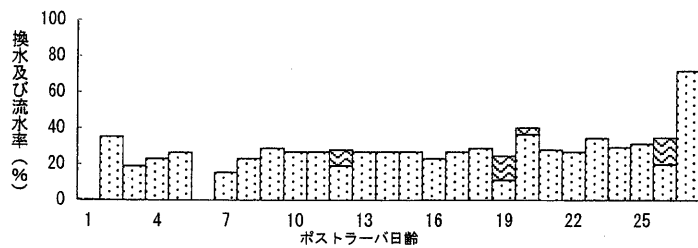
1-2-5 飼育水への施肥

供給した珪藻や自然発生した珪藻の増殖を促すために、昭和50年代まではN期からP1まで飼育水に毎日珪藻用の肥料を添加した。幼生のステージ毎の添加量について表II-3に示した。

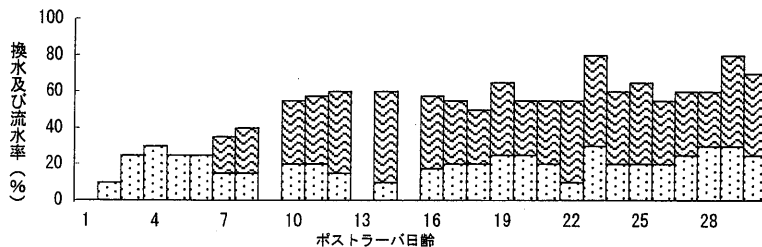
表II-3 飼育水へ添加する珪藻用肥料の添加基準(単位: g/100ℓ)

幼生段階	KNO ₃	Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O	NaSiO ₃	微量元素*
ノープリウス	15	2.5	0.8	7.5
ゴイ	33	3.5	1.5	15.0
ミス以降	15	2.5	0.8	7.5

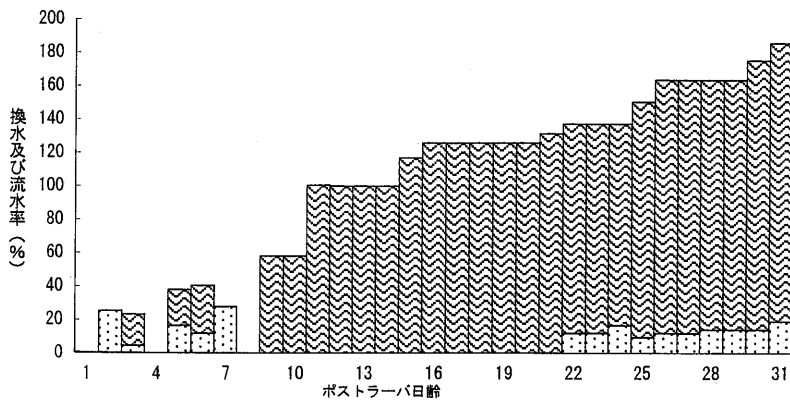
* 製品名クレワット32 (榊帝国化学産業)



換水事例5 (5月飼育開始, 2,500kℓ水槽)



換水事例6 (4月飼育開始, 2,500kℓ水槽)



換水事例7 (4月飼育開始, 400kℓ水槽)

図II-3 ろ過海水使用時期の換水事例

$$(\text{換水率}, \text{流水率}) = (\text{1日当りの換水量}, \text{流水量}) \div (\text{その時点での水量}) \times 100$$

換水率 (%) 流水率 (%)

1-3 餌料

1-3-1 餌料系列

昭和58年度までの種苗生産では、珪藻（Z期）～アルテミアノープリウス（以下、アルテミアと称す。M期，P期初期）～アサリと冷凍アミのミンチ肉（以下、ミンチ肉と称す。P期）が基本的な餌料系列として使用された。その後，59年度にゾエア幼生とミス幼生に対するテトラセルミスの餌料効果が確認され，60年度からは珪藻に替えてテトラセルミスが使用された。配合飼料は，昭和51年度からミンチ肉の補助的餌料として使用していたが，平成6年度にミンチ肉を大幅に削減して，配合飼料の給餌量を増加させ，7年度以降は配合飼料のみの給餌とした。さらに，微粒子配合飼料の質的な向上により，Z期にテトラセルミスや珪藻などの生物餌料を使用しなくても微粒子配合飼料のみで飼育できることが解明¹⁵⁾され，現在はテトラセルミス～微粒子配合飼料（Z期，M期）～アルテミア（M期，P期初期）～配合飼料（P期）の餌料系列となっている。

1-3-2 Z期の餌料

当事業場のZ期の餌料には，テトラセルミスと微粒子配合飼料を使用しており，その給餌基準を表II-4に示した。両飼餌料の使用割合は従来テトラセルミスが主体であったが，現在では微粒子配合飼料の質的向上により，テトラセルミスの供給はZ期の最初に1回添加するだけで十分である。このように，Z期の餌料はほぼ配合飼料化の段階に入っているが，以下にこれまで使用したZ期餌料について述べる。

珪藻

現在でも多くの種苗生産機関でZ期の主要な餌料として用いられている。天然の珪藻の利用も可能であるが，多くの機関では単一種を拡大培養して使用しているのがほとんどである。珪藻の拡大培養方法の模式図を図II-4に，肥料の施肥基準量と培養方法の概要を表II-5にそれぞれ示した。珪藻の種類は単体型のCheatoceros属2，3種を使用し，5ℓ円筒型容器で継代培養している珪藻を元種とした拡大培養方式により供給した。しかし，珪

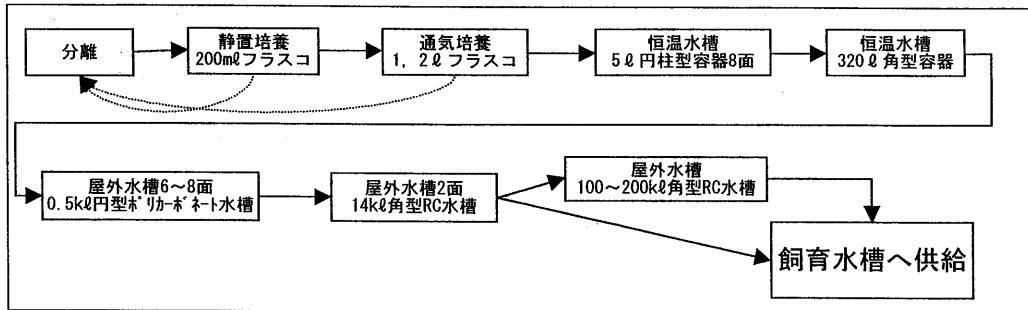
表Ⅱ-4 テトラセルミス, 微粒子配合飼料及びアルテミアノープリウスの給餌基準*1

ステージ*2	テトラセルミス*3 供給量 (kℓ/日)	微粒子配合飼料			7M7 ノープリウス (億個体/日)
		1号 (g/日)	2号 (g/日)	3号 (g/日)	
Z1	↑	80			
Z2		120			
Z3		1日当り		140	0.08
M1	↓	140			0.13
M2			140	0.20	
M3			140	0.30	
P1				0.30	
P2				0.30	
P3				0.30	
P4				0.30	
P5				0.25	
P6				0.20	
P7				0.20	
P8				0.16	
P9				0.16	
P10				0.16	

*1 給餌量は幼生及びP期の100万尾当りの基準量

*2 Z, M, P, N, S (数字は齢期) ; P, M, S (数字は日齢)

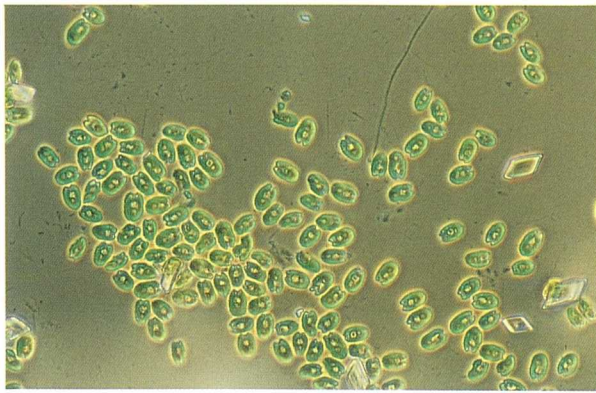
*3 テトラセルミスは50万セル/ml換算



図Ⅱ-4 珪藻の拡大培養方法の模式図
(上段は恒温、人工照明；下段は屋外で環境制御なし)

表Ⅱ-5 珪藻培養方法の概要

水槽 (容量×面数)	1ℓ 当りの施肥量	培養方法	培養開始 密度 (万セル/ml)	収穫時 密度 (万セル/ml)	培養 日数 (日)
恒温水槽 (5ℓ × 8)	硝酸カリウム, 200mg ; リン酸2ナトリウム12水和物, 20mg ; 珪酸ナトリウム, 10mg ; クレソール, 10mg ; クレソールCa, 10mg ; L-シスチン, 1mg ; 他にビタミンB1, B2, 土壌浸出液等を適量添加。	ろ過海水を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌後、酢酸ナトリウムで中和して使用。容器1個にエアストーン1個で通気(2ℓ/分)。白色光(40W4本)で16L-8D。	20~30	200~500	3
恒温水槽 (320ℓ × 2)	硝酸カリウム, 200mg ; リン酸2ナトリウム12水和物, 20mg ; 珪酸ナトリウム, 10mg ; クレソール, 10mg。	ろ過海水を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌後、酢酸ナトリウムで中和して使用。エアストーン7個で通気(28ℓ/分)。白色光(40W12本)で16L-8D。	20~50	100~200	3
屋外水槽 (0.5kℓ × 6~8)	硝酸カリウム, 86mg ; リン酸2ナトリウム12水和物, 8.6mg ; 珪酸ナトリウム, 4.3mg ; クレソール, 4.3mg。	ろ過海水を使用。1面にエアストーン1個で通気(13ℓ/分)。晴天時のセット日は寒紗で遮光。	10~20	40~100	2~7
屋外水槽 (14kℓ × 2)	硝酸カリウム, 27mg ; リン酸2ナトリウム12水和物, 2.7mg ; 珪酸ナトリウム, 1.4mg ; クレソール, 1.4mg。	ろ過海水を使用。通気は177ロック方式(φ13~30mmの塩ビ管使用, 約7ℓ/分/kℓ)。	5~10	20~50	3~7
屋外水槽 (100~200kℓ × 4)	硝酸カリウム, 27mg ; リン酸2ナトリウム12水和物, 2.7mg ; 珪酸ナトリウム, 1.4mg ; クレソール, 1.4mg。	ろ過海水を使用。通気は177ロック方式(φ13~30mmの塩ビ管使用, 約7ℓ/分/kℓ)。	3~10	20~40	3~7



写真Ⅱ-3 テトラセルミスの顕微鏡写真（長径10～15μm）

藻の培養は元種培養の長期維持が難しいことに加え、拡大培養時の天候、すなわち低水温による増殖の遅れや梅雨期及び高水温期の培養不調などにより計画的な安定供給が難しいため、現在では珪藻に替えて次項で述べるテトラセルミスを使用している。

テトラセルミス

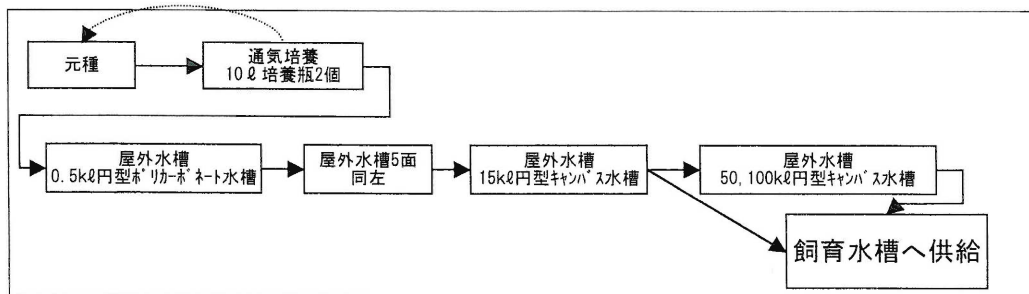
当事業場ではテトラセルミスを使用しているが、他の機関での使用例は少ない。当事業場では上述したように珪藻培養が難しいことから、昭和59年度より珪藻からテトラセルミスへ切り替えた。このテトラセルミスの元種は昭和58年3月に養殖研究所遺伝育種部岡内正典氏から分譲されたもので、種名は *Tetraselmis tetraathele* である（写真Ⅱ-3）。このテトラセルミスは、当初はワムシの

餌料であるナンノクロボシスの代替餌料として考えていたが、ビーカー試験でZ期幼生にテトラセルミスを与えたところ良く摂餌してポストラバまで成長することが確認できた。そこで、この結果を受けて昭和59年度に200kℓ水槽を用いて初めて量産レベルの試験を行ったところ、途中BMNの発症により取り揚げまでは至らなかったがZ期の餌料として充分使用できることがわかり、これ以降、珪藻に代わるZ期餌料として使用している。テトラセルミスの拡大培養方法の模式図を図Ⅱ-5に、肥料の施肥基準量と培養方法の概要を表Ⅱ-6にそれぞれ示した。テトラセルミスは、珪藻に比べて元種の管理が容易で培養不調になることはほとんどないこと、増殖が速いこと、肥料の種類が少なく安価なこと及びワムシの餌料としても活用できるなどのメリットがあるが、珪藻と同様に屋外での培養では天候条件に左右され、日照不足及び高水温による培養不調は避けがたい。また、最近では培養水中や飼育水中でテトラセルミスを摂餌する渦鞭毛虫（*Bodo* sp.）の発生がみられ、これによる培養不調や餌料密度の低下が問題となっているが、本渦鞭毛虫に対する有効な対策は現在のところない。

植物プランクトンについては、屋外への拡大培養を必要としない環境制御の可能な規模で種苗量産に対応できる高密度培養技術の開発が望まれる。

植物プランクトンの代替餌料

クルマエビ種苗生産技術開発が取り組まれた当初よ

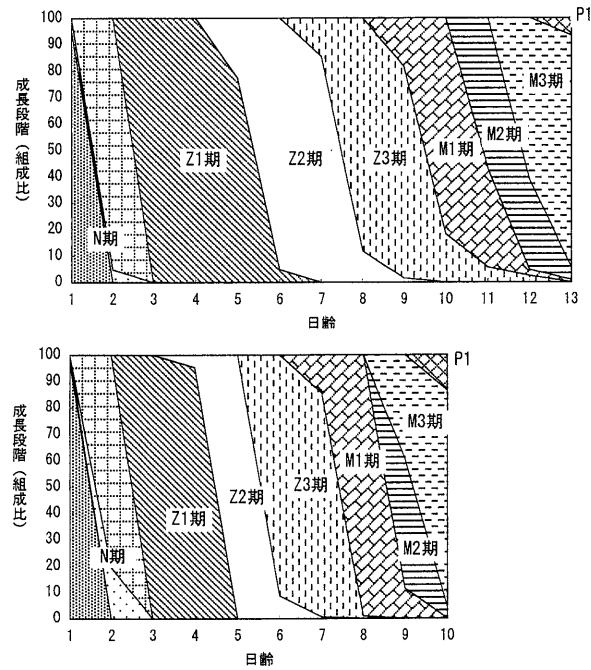


図Ⅱ-5 テトラセルミスの拡大培養方法の模式図

（上段は恒温、人工照明；下段は屋外で環境制御なし）

表Ⅱ-6 テトラセルミス培養方法の概要

水槽 (容量×面数)	1ℓ当りの施肥量	培養方法	培養開始 密度 (万セル/ℓ)	収穫時 密度 (万セル/ℓ)	培養 日数 (日)
恒温水槽 (10ℓ×2)	硝酸ナトリウム, 150mg; 塩化マグネシウム, 0.36mg; リン酸ナトリウム, 10mg; クワット32, 15mg.	ろ過海水を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌後、材硫酸ナトリウムで中和して使用。培養瓶1個にエアストーン1個で通気(3-4ℓ/分)。白色光(40W1本)と植物観賞育成用プラントルクス(40W2本)で14L-10D。室温18~19℃。	5~7	50~70	7
屋外水槽 (0.5kℓ×5)	硫安, 50mg; 過リン酸石灰, 25mg; 尿素, 20mg; クワット32, 3mg.	ろ過海水を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌後、材硫酸ナトリウムで中和して使用。エアストーン1個で通気(13ℓ/分)。	3~5	30~40	3~4
屋外水槽 (15, 50, 100kℓ ×3, 2, 1)		ろ過海水を次亜塩素酸ナトリウムで滅菌後、材硫酸ナトリウムで中和して使用。通気はエアロック方式(φ13mmの塩ビ管使用, 約7ℓ/分/kℓ)。	3~8	5~35	2~7



図II-6 餌料試験におけるクルマエビ幼生のP1期までの成長(脱皮齢期)

上図: FP区, フリパッカーアルミ7ノブリス配合飼料の餌料系列
下図: 対照区, テトラセルミス・MB-C→アルミ7ノブリス配合飼料の餌料系列

表II-7 微粒子配合飼料によるクルマエビ幼生の飼育試験の結果

試験区	水槽		収容		取り揚げ				
	大きさ個数	実容量 (kℓ)	月日	尾数 (万尾)	月日	ステージ*1	尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	生残率 (%)
FP区*2	200kℓ1面	170	H11.5.22	508	7.12	38	252.8	17.8	49.8
対照区*3	200kℓ1面, 150kℓ2面	460	H11.5.22	1,227	7.2, 7.7	31, 36	619.1	16.1	50.5

*1 数字は「ステージ」日齢

*2 フリパッカーアルミ7ノブリス配合飼料の餌料系列

*3 テトラセルミス・MB-C→アルミ7ノブリス配合飼料の餌料系列

り、植物プランクトンに替わる安定供給の可能なZ期の餌料の開発を行っている。Hirataら¹⁶⁾は醤油粕の有効性を明らかにし、今村ら¹⁷⁾はグルコースを有機物源とした人工有機懸濁物に餌料価値を見出した。当事業場においてもこれらを珪藻の補助的な餌料とし、その給餌基準をZ期幼生100万尾当りで、人工有機懸濁物については懸濁物重量で数10g/日、醤油粕については原料重量で200~300g/日を給餌していた。しかし、人工有機懸濁物は昭和51年度に培養が不調に陥ったことから、これ以降の使用を休止し、醤油粕も調餌作業に時間を要するという理由から昭和58年度以降はほとんど使用しなくなった。

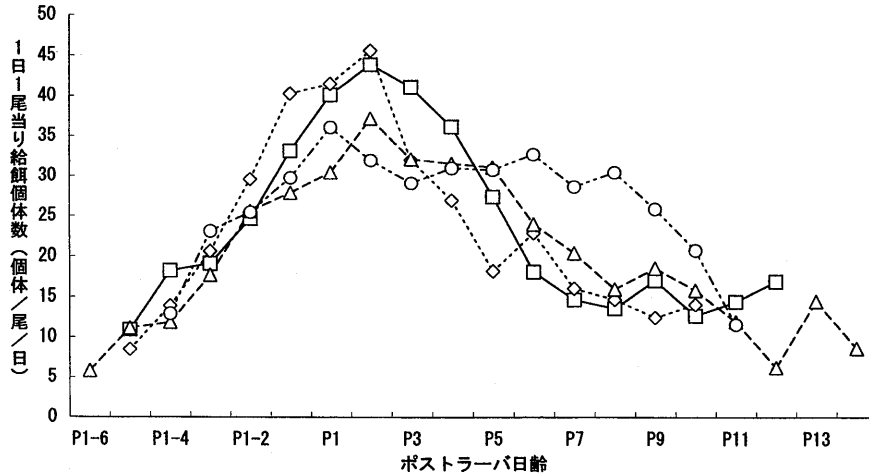
以上のように、人工有機懸濁物と醤油粕は培養不調や調餌の手間などのデメリットがあるため、昭和58年度以降は入手の容易なパン酵母が珪藻の補助餌料として使用された。なお、昭和57, 58年度には栄養面を考慮して油脂酵母を試験的に使用したが、パン酵母を上回る餌料効果がみられないことや飼育水の汚れが比較的大きくて水質維持の面で不利であったため以後は使用しなくなった。パン酵母の給餌基準は、1kg (パン酵母1g中の細胞数は100~120億個) が20万セル/mlの珪藻50~60kℓ分と同等の餌料価値とみなして、Z期幼生100万尾当りの給餌量を150g/日として、数回に分けて給餌した。また、

昭和53~59年度には、鶏卵の卵黄を原料とする人工プランクトンBP (㈱日本配合飼料) をZ期後半からM期前半に珪藻とワムシの補助餌料としてパン酵母とともに使用した。その後、平成元年度と2年度には、試験的に餌料効果があると認められた可消化処理海産クロレラ (マリンシグマ, ㈱日清ファインケミカル) の使用を試みたが、量産規模での利用効果が明確にできなかったため以後は使用していない。

平成2年度からは、昭和61年度より(社)マリノフォーラム21と共同開発してきた微粒子配合飼料 (商品名MB-C 1~3号, ㈱武田科学飼料) を量産規模で使用し、平成3年度以降はこれのみを補助餌料として使用した。與世田ら¹⁵⁾は、この微粒子配合飼料での飼育試験を行い、植物プランクトンと比較して成長でやや劣るものの生残では遜色ない結果を得ている。最近では、これとは別の微粒子配合飼料 (商品名フリパック, 3~4タイプ, ㈱ユーエスシー) が市販され、量産規模で使用して好結果を得ている機関もある。この微粒子配合飼料について、平成11年度に当事業場で行った餌料試験では、Z期の成長は遅れたものの (図II-6)、試験終了時の成長と生残は従来の飼育と全く遜色のない結果が得られている (表II-7)。

表II-8 アルテミアを使用しないクルマエビ幼生飼育試験の結果

使用水槽 (数)	収容		取り揚げ			平均						
	月日	尾数 (万尾)	月日	ステージ (Pn)	尾数 (万尾)	生残率 (%)	水温 (°C)	珪藻 (kl)	パン酵母 (kg)	醤油粕 (kg)	ワムシ (億個体)	配合飼料 (kg)
200kl水槽 (2)	S51.8.31	670	10.5	26	342	51	24.9	50	7	6	28	67



図II-7 アルテミアノープリウス給餌状況

(P1以前の成長段階は事例によってステージが異なるため、便宜上P1を基点に、そのP1のn日前としてP1-nで示した。)

—□—H9 ---◇---H10 -△-H11 --○--H12

1-3-3 M期の餌料

当事業場で使用しているM期の餌料には、アルテミアと微粒子配合飼料がある。テトラセルミスもM期の餌料として有効であるが、前述したように渦鞭毛虫による捕食のため餌料としての効果が期待できない。また、ワムシは有効な餌料として平成6年度まで使用したが、微粒子配合飼料の開発に伴い省力化や餌料系列の単純化が進められたため、現在の餌料系列からは外れている。しかし、最近になってアルテミアの価格が高騰し、安定確保の面から問題が生じており、今後アルテミアの代替餌料の選択肢の一つとしては有望と思われる。M期に冷凍ワムシを使用してアルテミアの削減に成功している機関もある（配合飼料や自然発生する珪藻などを併用）。当事業場で昭和51年度に行ったアルテミアを全く使用しない種苗生産の飼育結果の概要を表II-8に示した。200kl水槽1面で飼育を開始し、Z期に分槽して2面として飼育を行った結果、平均生残率51%を得た。なお、この飼育事例はP期の餌料として配合飼料を使用しており、ミンチ肉を全く使用せずに飼育に成功した当事業場での最初の事例でもあった。

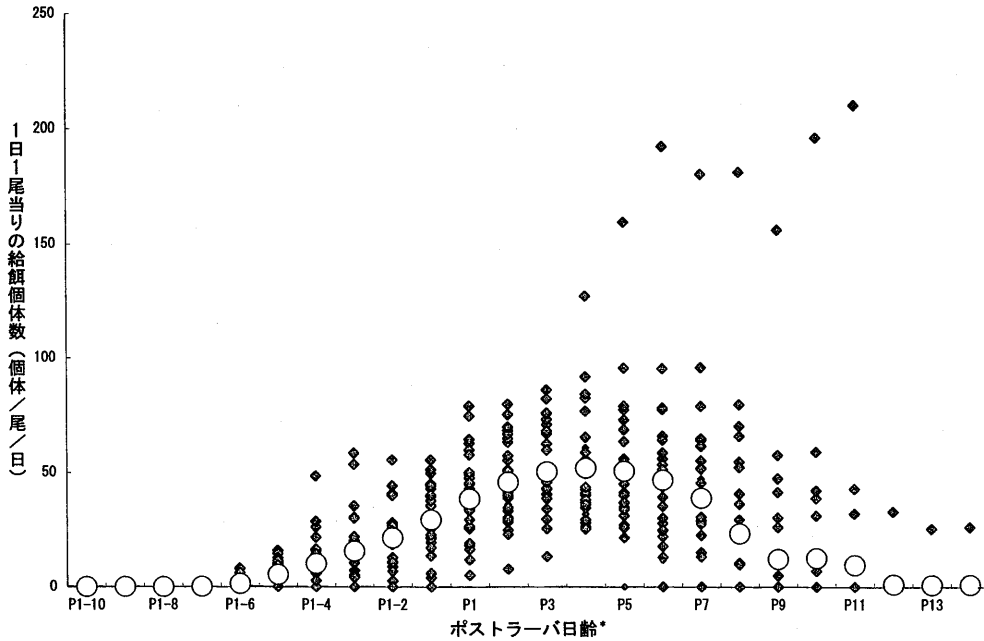
アルテミアについては次項P期の餌料で述べる。

1-3-4 P期の餌料

アルテミア

当事業場におけるアルテミア給餌基準は先に示した表II-4の通りである。アルテミアは、M期には主要餌料として、P期初期には配合飼料への餌付け移行期の補助餌

料として共食い防止も兼ねて給餌している。平成9年度から12年度までの平均的な給餌状況を図II-7に示した。P1以前の表示については、事例によってM期の齢期が異なるため、便宜上P1を基点に、そのP1のn日前としてP1-nとして示した。給餌はミス幼生の出現と同時に開始してP10~13まで行い、給餌量は、1日1尾当り給餌個体数として、P1までは5~10個体から40~45個体まで段階的に増やし、その後は徐々に減らしながら配合飼料へ餌付けていった。また、他機関のアルテミアの給餌状況について図II-8に示した。これは平成9~12年度の西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会の資料中の最良飼育事例30例の飼育表を元に、1尾当りのアルテミアの日間給餌量を試算した結果である。平均的にみると、給餌はP1-5からP10頃まで行い、給餌量のピークはP3~5で1日1尾当り約50個体を給餌しており、1尾当りの総給餌量の平均は470個体であった。給餌時期や給餌パターンは概ね同じであったものの、給餌量としてはばらつきが大きく、1尾当りの総給餌量は220~1,690個体という広い範囲にあった。このような状況を見ると、アルテミアの適正給餌量については検討の必要があると考えられる。当事業場でも生残率50%以上の飼育良好事例の3割余りは1尾当りの総給餌量が200個体以下であり、上記の最良飼育事例30例のうち7例は1尾当りの総給餌量が300個体以下であったことなどから、現状の給餌実態は過剰給餌となっている可能性が高く、省コストの面からも適正給餌量の見直しが必要であろう。



図Ⅱ-8 他機関のアルテミアノープリウス給餌状況(○は平均値)

* P1以前の成長段階は事例によってステージが異なるため、便宜上P1を基点に、そのP1のn日前としてP1-nで示した

また、アルテミア耐久卵の供給状況が不安定で価格も安定しない現状からすると、今後はアルテミアに依存しない飼育方法として、M期からP初期により有効な微粒子配合飼料及び配合飼料の開発が期待される。

ミンチ肉

昭和54年度までは本餌料がP期の主要な餌料であった。ミンチ肉中のアミとアサリの割合は、昭和50年代前半頃までは原料重量比で2:1であったが、その後、アサリについては量的な確保が難しくなってきたことや省力化の面からP初期の餌付け用に少し使用する程度となり、昭和60年度から使用しなくなった。ミンチ肉の調餌にはミートチョッパーやスライサーを用いたが、ミンチ肉からの溶出物による飼育水への悪影響を少なくするため、作ったミンチ肉を目合の小さい網に入れて洗う作業を行った。この作業は最盛期には1日の処理量が500kg以上になることもあり、作業負担が大きいため代替餌料である配合飼料への移行が進んだ。

ミンチ肉の給餌基準については昭和40年代に試行錯誤を繰り返し、昭和50年代にはほぼその基準を確立しており、これが次項の配合飼料の給餌基準のベースとなった(参考資料参照)。

配合飼料

平成12年度の配合飼料の給餌基準を表Ⅱ-9に示した。この配合飼料の給餌基準は前項で述べたようにミンチ肉の給餌基準を元に、水分含量や調餌による散逸量を計算して配合飼料1kgとアミ原料14.4kgを等価として作成し、その後、若干の修正を加えている。基準の要点は、給餌開始当初は適正給餌量より多く給餌して配合飼料へ

の餌付けを促進するとともに共食いを防止して減耗を抑え、その後徐々に適正給餌量まで戻すところにある。

実際には、P期における生残尾数の適正な計数方法がなく尾数の把握が難しいため、M期までの毎日の計数結果によって推定できるP1時点の生残尾数と過去のデータに基づく平均的な減少係数から日毎の生残尾数を試算して給餌量を決め、これを状況に応じて調整しながら給餌を行った。具体的には、P10頃までは共食いや死亡の出現状況によって、P10以降にはそれに加えて定期的な潜水観察で残餌状況などを把握して給餌量を見直した。

当事業場で実施した平成9年度から12年度までの種苗生産において生残率が40%以上の31の飼育事例を用いて、P1時点の推定生残尾数と取り揚げ尾数から全減少係数を求めて日毎の生残尾数を割り出し、1日100万尾当りの給餌量を試算した結果を図Ⅱ-9に示した。給餌基準をもとに給餌するため、平均的な日別給餌量は給餌基準値とほぼ同じであったが、事例ごとの日別給餌量にはばらつきがみられ、給餌基準値以下の給餌量でも十分に飼育可能だった事例が少なくない。また、他機関の配合飼料の給餌状況について西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会資料の最良飼育事例29例から上記と同様に試算した結果を図Ⅱ-10に示した。当事業場の場合と同様に、事例ごとの給餌量にはばらつきがみられ、当事業場の給餌基準以下の給餌量でも十分に飼育可能だった事例も少なくない。

このように、当事業場のこれまでの配合飼料の給餌基準は適正な値より高く設定している可能性があり、これは他機関においても同様であると考えられ、今後、適正

表Ⅱ-9 ポストラーパー期における配合飼料給餌基準

成長段階	全長 (mm)	100万尾当りの給餌量 (kg) *1							給餌率 *2 (%)
		0.10	0.25	0.45	0.60	0.90	1.30	1.80	
P1	5.5	0.21							30
P2	5.9	0.26							28
P3	6.3	0.30							26
P4	6.6	0.35							24
P5	7.0	0.40							23
P6	7.2	0.43							22
P7	7.4	0.46							22
P8	7.6	0.37	0.12						21
P9	7.8	0.26	0.26						20
P10	8.0	0.28	0.28						20
P11	8.3	0.16	0.47						19
P12	8.6		0.68						18
P13	8.9		0.75						18
P14	9.2		0.81						17
P15	9.5		0.88						16
P16	9.8		0.72	0.24					16
P17	10.1		0.52	0.52					15
P18	10.4		0.56	0.56					15
P19	10.7		0.30	0.90					14
P20	11.0			1.29					14
P21	11.4			1.40					13
P22	11.7			1.13	0.38				13
P23	12.1			0.82	0.82				12
P24	12.4			0.88	0.88				12
P25	12.8			0.42	1.26				12
P26	13.1				1.8				11
P27	13.5				1.4	0.5			11
P28	13.8				1.0	1.0			11
P29	14.2				1.0	1.0			10
P30	14.9				0.6	1.7			10
P31	15.5					2.5			9
P32	16.2					2.7			9
P33	16.9					2.9			9
P34	17.5					3.2			8
P35	18.2					3.4			8
P36	18.9					3.7			8
P37	19.5					4.0			7
P38	20.2					4.2			7
P39	20.8					2.3	2.3		7
P40	21.5					2.4	2.4		6
P41	22.2					2.6	2.6		6
P42	22.8					2.7	2.7		6
P43	23.5					2.9	2.9		6
P44	24.2						6.1		6
P45	24.8						6.4		6
P46	25.5						6.8		5
P47	26.2						7.1		5
P48	26.8						7.5		5
P49	27.5						7.9		5
P50	28.2						8.3		5
P51	28.8						8.7		5
P52	29.5						9.1		5
P53	30.2						9.5		4
P54	30.8						5.0	5.0	4
P55	31.5						5.3	5.3	4
P56	32.1						5.5	5.5	4
P57	32.8						5.6	5.6	4
P58	33.5							11.7	4
P59	34.1							12.2	4
P60	34.8							12.7	4

*1 配合飼料の粒径別(単位はmm)で給餌量を示した

*2 配合飼料給餌量の体重に対する割合

化及び省コストの面から再検討する必要がある。

配合飼料の給餌方法は、平成8年度から自動給餌器を使用している。2,500kl, 400kl, 200kl水槽ではそれぞれ8台, 1台, 1台(YAMAHA HL 1-1型), 150kl, 100kl水槽では2台(YDF220Bo型)を使用し, 1日8

~20回に分けて終日給餌した。平成8年度に行った神戸女学院大学川合教授との共同研究でP期(P3~4, P11~12, P19~20)の消化管内のトリプシン様消化酵素活性の日内変動を調べた結果, P11~12とP19~20で4時から10時にやや活性が高い傾向は認められたものの顕著な変動は見られなかったことから, 特に給餌時間に留意する必要はないと考えられた*。しかし, P初期の配合飼料への餌付け時期にはできるだけ給餌回数を増やすほうが望ましいと思われる。

なお, 抗病性の向上を目的としてビタミン含有量を数倍に増量したビタミン強化配合飼料が市販されており, 当事業場でも筋壊死症などへの対策として高水温期に使用し, 平成9年度からはPAV対策の一つとして全飼育例で使用したが, その効果については明確ではない。

1-4 その他の飼育管理

1-4-1 水質測定

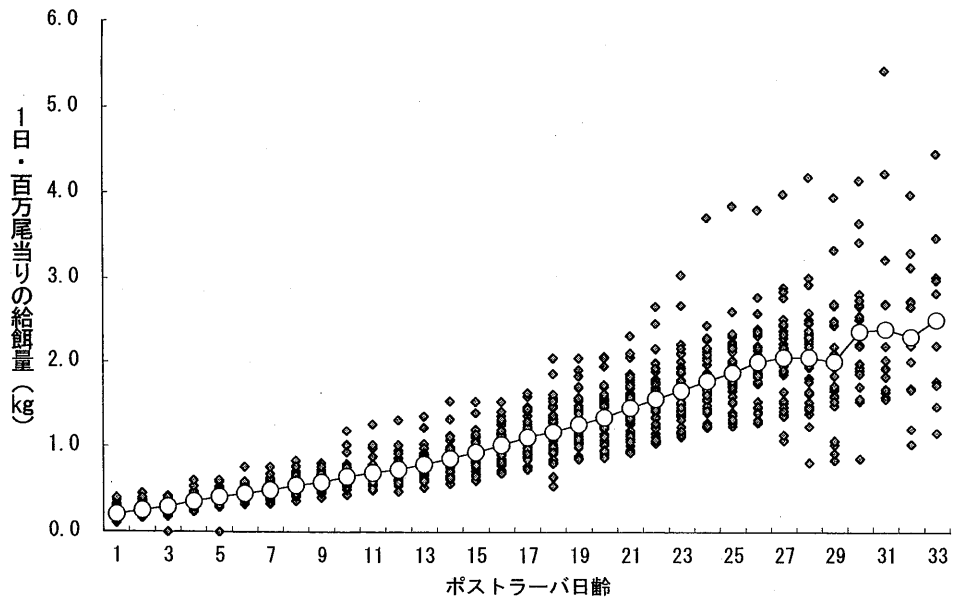
水質については水温とpHを毎日, 溶存酸素と塩分濃度を適宜測定している。クルマエビの場合は飼育方法がほぼ完成されており, 水質の急激な変化により大量死亡する例はほとんどないが, 植物プランクトンを給餌するZ期には植物プランクトン密度の急増や急減によってpHが大きく変化する場合がある。このため, Z期には寒冷紗の開閉による照度調節や換水を適宜行って水質の安定維持に努めた。

1-4-2 幼生の観察及び成長測定

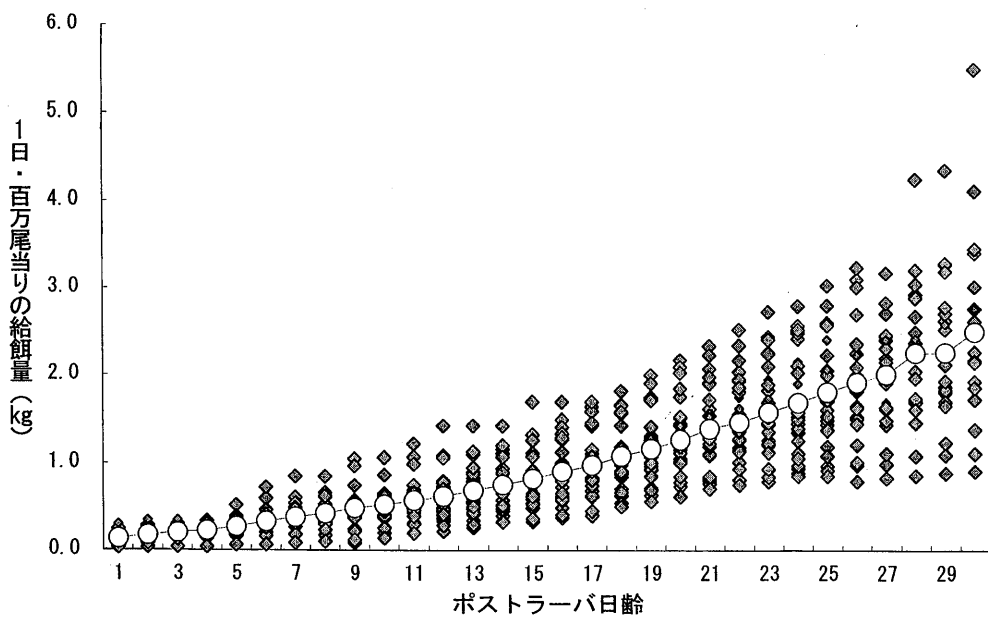
P1までの飼育では, 顕微鏡や目視により成長状況(幼生のステージと齢期), 摂餌状態及び活力について毎日観察し, それ以降は主に目視で活力や共食状況などを観察し, 全長測定(万能投影機で10~20倍に拡大し測定)を5日毎に行った。また, BMNの早期発見のため, 桃山の診断法¹⁸⁾に従い罹病の有無が判断できるサイズであるP1からP10頃までの幼生の中腸腺を採取し, その上皮細胞の核肥大の有無を暗視野または位相差顕微鏡で観察した。

1-4-3 飼育尾数の推定

卵数は容積法で推定した。産卵水槽をそのまま種苗生産水槽として使用していた時には職員が水槽へ入り, 攪拌棒でかき混ぜながら20~30箇所から約1ℓずつ採水し, その中に入った卵数を計数した。産卵水槽を専用化したBMN防除対策段階では, まず親エビを回収した後, 200kl水槽を使用する場合は10箇所から約10ℓ, 35kl水槽を使用する場合は5箇所から約5ℓを採水し, 計数した。採卵方法がPAV防除対策段階に入ると, 採卵供試前にPRDV検査をしていた平成9年度では, 35kl水槽を使用する場合はBMN防除対策段階と同じ方法で, 0.5kl水槽を使用する場合は, 親エビを回収した後に各



図II-9 生残率40%以上の飼育事例における配合飼料の給餌状況 (○は平均値)



図II-10 他機関の配合飼料の給餌状況 (○は平均値)

(西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会の資料より推定)

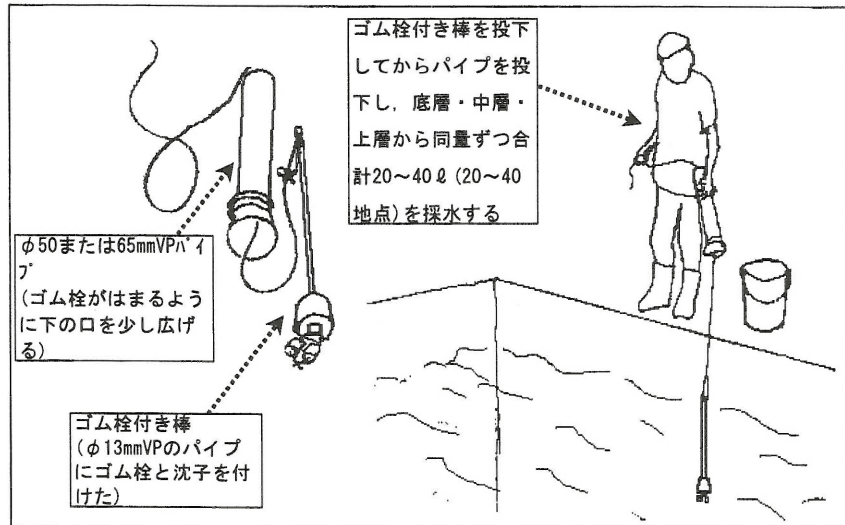
水槽から等量を採水して同一容器に混じ、そこから適量
を採水して計数した。産卵後にPRDV検査した平成10
～12年度では、検査結果がでるまで卵を一時収容する
75ℓポリエチレン容器に収容した後に5～20mlを採水
し、計数した。

幼生の計数については、N期からP1まで毎日実施し
た。計数方法は、図II-11-1に示した手製の1ℓ採水器
を用いて20～40地点の底層、中層、表層から同量ずつ合
計20～40ℓを採水し、その中の幼生を計数して容積法で
推定した。P期以降は、成長とともに運動能力が増して
逃避する個体が増え、蝟集する傾向が強くなるため水槽

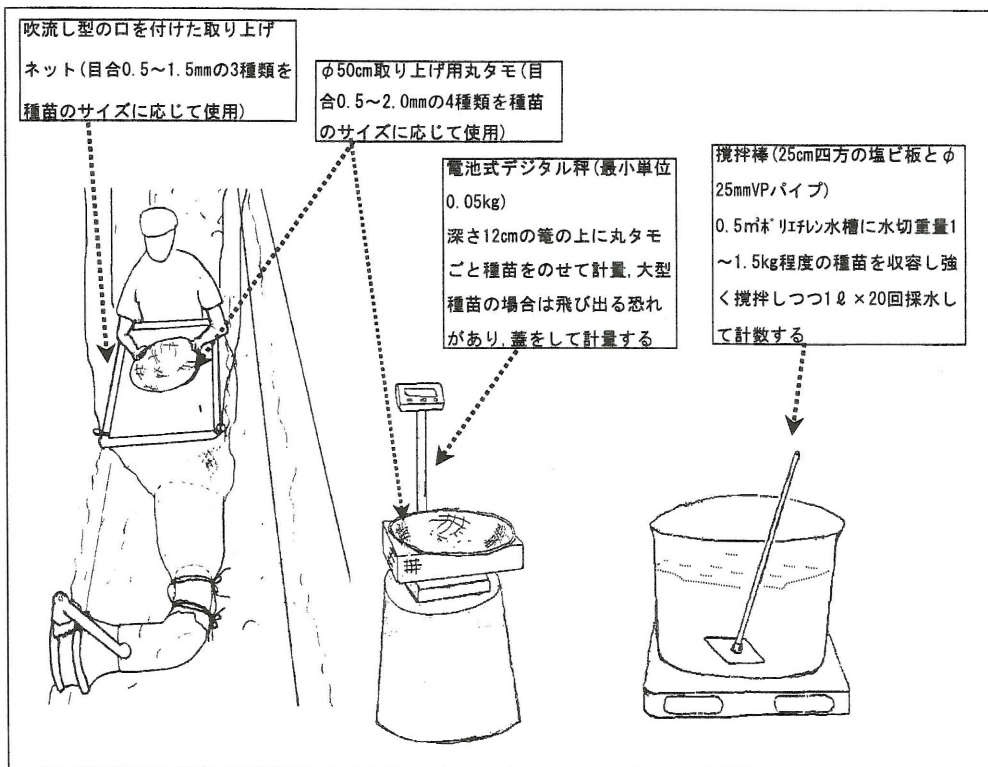
中の分布が均一でなくなることから、計数値が不安定と
なり、過小評価となる傾向があるため、計数は行わなかつ
た。このように、P期以降の尾数把握については現在で
も課題の一つとして残されている。

1-5 取り揚げ及び計数

取り揚げ方法は従来からほとんど変わっていない。取
り揚げの前に水位差による衝撃を抑えるため、予め減水
して取り揚げ開始時の水位を下げ、回収用ネットとの水
位差を1m以内にするとともに、回収用ネットを設置し
ている側溝には予め海水を溜めておき、取り出し時の衝



図Ⅱ-11-1 幼生の計数方法



図Ⅱ-11-2 種苗取り揚げ時の計数方法



写真Ⅱ-4 種苗の取り揚げと積み込み作業

撃を和らげた。取り揚げ作業では、種苗が回収用ネット内にある程度集まったら取り揚げ用丸タモで1~3kgずつ掬い取り、軽く水切りして重量を計り輸送水槽あるいは種苗生産水槽へ手早く收容した(写真Ⅱ-4)。種苗の取り揚げ時の計数方法を図Ⅱ-11-2に示した。計数は容積法と重量法を組み合わせる方法で行っている。すなわち、軽く水切りして計ったおおよそ1~1.5kgの種苗を0.5ℓ水槽に收容後、密度が均一になるように攪拌しつつ20ℓを採水し、その中の種苗数を計数して容積法により1kg当りの種苗の尾数を算出する。この1kg当りの尾数を基準にして重量法により尾数を求めているが、

表II-10 種苗生産における一般的疾病防除対策

項目	内容	
使用海水の殺菌処理	全ての用水は紫外線殺菌海水を使用	
水槽・器具等の消毒	種苗生産開始前の消毒	水槽、飼育観察用器具、ホース等の塩素消毒（有効塩素50ppm）を生産回次ごとに毎回実施
	飼育観察用器具の専用化	採水器、水温計、ピペット、ビーカーなどの用具は各水槽専用とする（潜水器具も含む）
	専用化できない器具の消毒	排水用ネットなど共用せざる得ないものは使用後塩化ベンザルコニウム0.5ppm溶液に24時間以上浸漬後使用
消毒槽等の設置	各水槽出入りに塩化ベンザルコニウム0.5ppm溶液入消毒槽を設置（長靴の消毒、週2～3回交換） 各水槽出入りに70～80%エタノール溶液入霧吹きを設置（手の消毒）	
輸送水槽及び器材の消毒	輸送終了後、塩化ベンザルコニウム1ppm溶液を噴霧するか水を張って塩素消毒（有効塩素50ppm）	
関係者以外立ち入り禁止	水槽への立ち入りの制限	

クルマエビの場合、小型個体から先に回収される傾向があるため、途中2～4回程度の計数作業を行い、より正確な尾数把握に努めた。

なお、種苗の取り揚げ前に必要な作業として、取り揚げ時に飼育水を好適環境に保つための水槽の底掃除と輸送中の排泄による水質悪化を防止するための餌止め及び輸送水温や輸送先の現場水温に合わせるための水温調整などがある。水槽の底掃除は取り揚げの2～3日前に行う。良好な飼育ができていない場合には底にほとんど汚れや残餌はなく1回の底掃除で充分であるが、飼育が不調になると餌が残りやすいため数回の底掃除が必要である。餌止めは、取り揚げ後時間を置かず止水状態で輸送する場合には必須となる。佐藤*（未発表）はクルマエビ種苗の餌止め後の消化管内容物の排泄時間について観察し、P20では水温22～23℃の条件下で30分後に77%、1.5時間後に13%、2.5時間後に10%の個体、P25では6時間経過しても15%の個体に、P40では4時間経過後で10%の個体に消化管内容物が認められたとしている。このように餌止めを実施しても、比較的短時間で消化管内容物の大部分は排泄されるものの、消化管内容物がなくなることはないが、これは共食いあるいは排泄された糞などが摂餌されたためではないかと推察される。餌止めはできるだけ長くしたほうが良いと考えられるが、長過ぎると共食いによる減耗も懸念される。現状では取り揚げ開始の15～20時間前（取り揚げの前日）から給餌を停止しているが、種苗が大きくなるほど消化管内容物の排泄速度は遅くなる傾向があるため、種苗の大きさによって餌止め時間を調整する必要がある。水温調整では、加温飼育を行っている場合に輸送水温及び輸送先の水温を考慮し、輸送する前日に加温を停止する必要がある。また、取り揚げ中のその他の留意事項として、既に着底期にある種苗は運動性が強く排水しても容易に排出されず

水槽に残る傾向があり、その結果として取り揚げの終盤になると水槽中の種苗密度が急激に高くなり、回収ネット内でも種苗が急激に増えて酸素欠乏状態となる。このため、取り揚げの終盤では注水量を増やす、酸素供給を施すなどの処置が必要となる。

1-6 PAV 防除対策

基本的なPAV防除対策として、PCR検査でPRDV陰性親エビからの卵を飼育に供すること、採卵から飼育まで親エビの入手群毎に区分して種苗の来歴を明確にしておくこと、従来のような高密度飼育を避けて取り揚げ時密度を1kl当たり1万尾程度（全長15～16mm）に抑えること及び幼生の定期的なPCR検査などが重要である。なお、当事業場におけるPCR検査は、P10以降10日毎及び配付日の3日前と当日に10～30尾ずつを個体別に検査し、さらに配付終了後も配付先の間育成が終了するまで0.5kl水槽に1,000尾程度を継続飼育してほぼ10日間隔で検査した。

その他の留意点として、平成9年度の配付前のPCR検査において陽性と疑われる判定結果がでたが、調査の結果、給餌していた配合飼料の原料の一つであるエビ殻ミールに含まれていたPRDV遺伝子を検出していたことが判明した。このPRDV遺伝子是不活化され病原性は失われていたが、検査の判定に間違いを起こすため、検査する前に稚エビの消化管内に配合飼料が残留しなくなるまで十分な餌止めを行う必要がある。当事業場ではこれらの結果を踏まえ、平成10年度から配合飼料の原料をエビ殻ミールからオキアミミールに替えた特製配合飼料を用いた。

なお、一般的な疾病防除対策として、用水の殺菌、水槽・器具の消毒などを行っており、その詳細を表II-10に示したが、飼育担当者のみならず関係者の徹底した防

*平成10年度志布志事業場事業報告

疫意識が重要であることは言うまでもない。

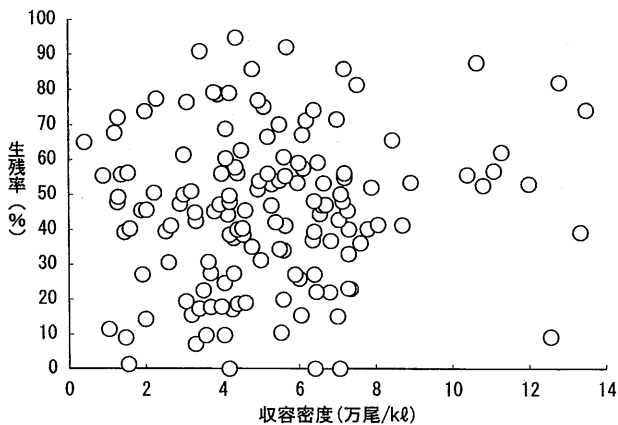
2 種苗生産結果

2-1 収容密度

水槽規模別のふ化幼生の収容状況を表Ⅱ-11に示した。150kℓ水槽ではおおよそ150～600万尾の範囲で平均は390万尾（収容密度：3.7万尾/kℓ，200kℓ水槽では150～800万尾の範囲で平均は460万尾（同：4.3万尾/kℓ），400kℓ水槽では300～1,600万尾の範囲で平均は1,380万尾（同：5.7万尾/kℓ），2,500kℓ水槽では300～11,000万尾の範囲で平均は4,600万尾（同：4.3万尾/kℓ）であった。なお，分槽を予定して収容した事例の最高収容尾数は150kℓ水槽で770万尾（収容密度：7.3万尾/kℓ），200kℓ水槽で2,850万尾（同：15.9万尾/kℓ），400kℓ水槽で4,160万尾（同：12.0万尾/kℓ）であった。ふ化幼生の収容密度と取り揚げ時生残率の関係について図Ⅱ-12に示したが，この収容密度の範囲で一定の傾向はみられなかった。

表Ⅱ-11 水槽別のふ化幼生の収容状況

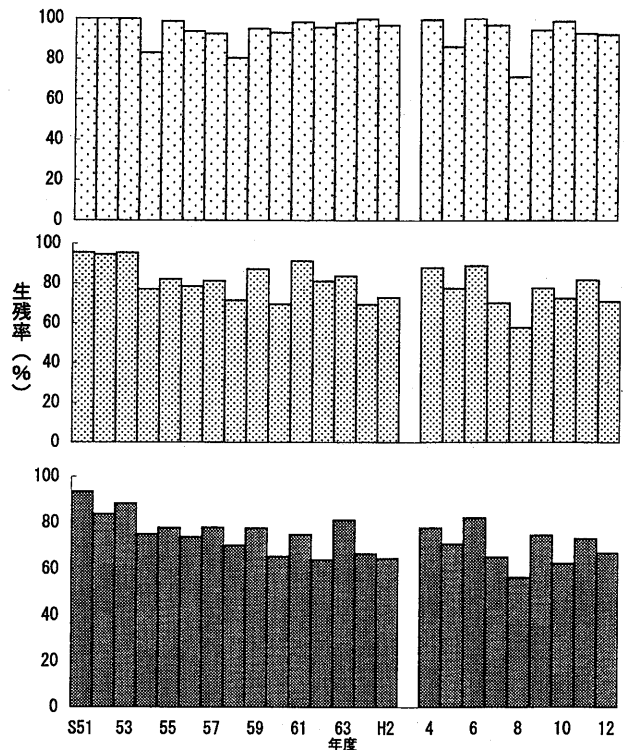
水槽規模 (kℓ)	平均収容尾数 (万尾)	平均収容密度 (万尾/kℓ)
150	390 (140 ~ 633)	3.7 (1.5 ~ 7.3)
200	463 (127 ~ 808)	4.3 (1.2 ~ 7.3)
400	1,379 (296 ~ 2,527)	5.7 (1.4 ~ 11.3)
2,500	4,635 (295 ~ 11,092)	4.3 (0.4 ~ 8.9)



図Ⅱ-12 ふ化幼生の収容密度と取り揚げ生残率の関係

2-2 生残率

過去25年間の年度別，成長段階別の生残状況を図Ⅱ-13に示した。成長段階別の平均生残率はZ1期で95%，M1期で82%，P1期で75%であった。各成長段階別の生残率の傾向としては，Z1期ではほぼ安定した生残率が得られているが，M1期，P1期では近年のほうがおおむね劣る傾向があり，その原因については明らかではない。水槽別と水温別の各成長段階における生残状況について表Ⅱ-12,13に示した。水槽別にみた生残率の差



図Ⅱ-13 水槽別のふ化幼生の収容状況
(上図：Z1期 中図：M1期 下図：P1期)

表Ⅱ-12 水槽別の生残状況*

水槽規模 (kℓ)	事例数	生残率 (%)		
		Z1期	M1期	P1期
150	12	96.8	84.6	77.3
200	25	97.0	82.9	76.9
400	47	95.8	82.0	75.0
2,500	36	97.2	84.0	77.7

* Z1期の生残率が80%を超える事例のデータを用いた

表Ⅱ-13 飼育水温別の生残状況*1

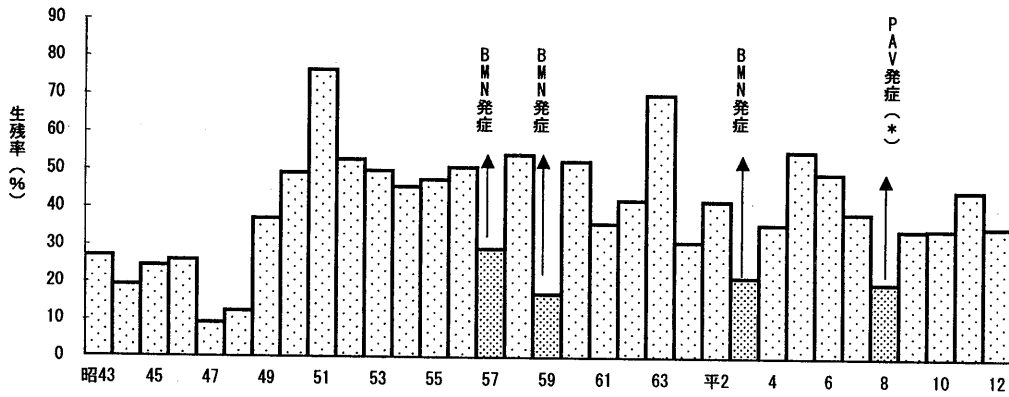
飼育水温*2 (°C)	事例数	生残率 (%)		
		Z1期	M1期	P1期
21.3～21.9	14	98.0	85.7	80.4
23.0～24.9	54	96.1	77.4	71.8
25.2～26.9	30	98.7	87.2	82.7
27.0～29.5	26	97.5	86.5	75.3

*1 Z1期の生残率が80%を超える事例のデータを用いた

*2 飼育期間の平均水温

はほとんどみられず，水温別では25～27℃で各成長段階の生残率がその他の温度帯よりも全てわずかながら高かったが，大きな差ではなかった。

各年度の取り揚げ時の生残状況を図Ⅱ-14に示した。昭和48年度までの技術開発段階とウイルス性発症した年度（昭和57，59，平成3，8）を除くと，生残状況



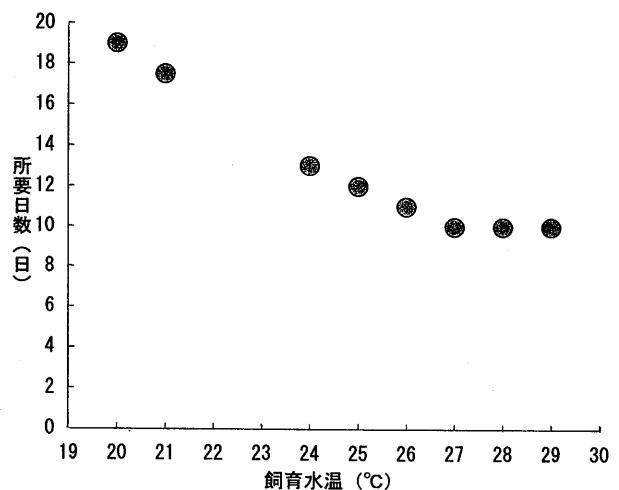
図II-14 年度別の取り揚げ生残率の推移

* 種苗配付後に中間育成中に発症または親エビPRDV陽性で飼育中止

は昭和60年度までは50%前後であったが、それ以降は40%前後に低下している。この原因の一つには取り揚げサイズが大きくなったことが挙げられる。昭和50年代前半まではP20前後で全長11~12mm、昭和55~59年度はP25~30で全長12~14mm、昭和60年度以降になってP30以上で全長14mm以上と、近年の方がより大型の種苗で取り揚げていることから、一律には比較できない。

2-3 成長

当事業場における卵からP1までの成長速度（齢期の進み方）について、飼育水温別の成長を表II-14に、飼育水温別のP1までの所要日数を図II-15にそれぞれ示した。水温が20~29℃の範囲での成長段階別の所要日数は、卵が1日、N期が2~3日、Z期が4~8日、M期が3~6日の範囲にあり、P1までの所要日数は20~27℃の範囲では水温が1℃上昇するとほぼ1日早まる傾向がみられ、20℃で19日間、27℃で10日間と9日の差がみられた。飼育水温が27℃以上では成長速度はほとんど変わらなかった。



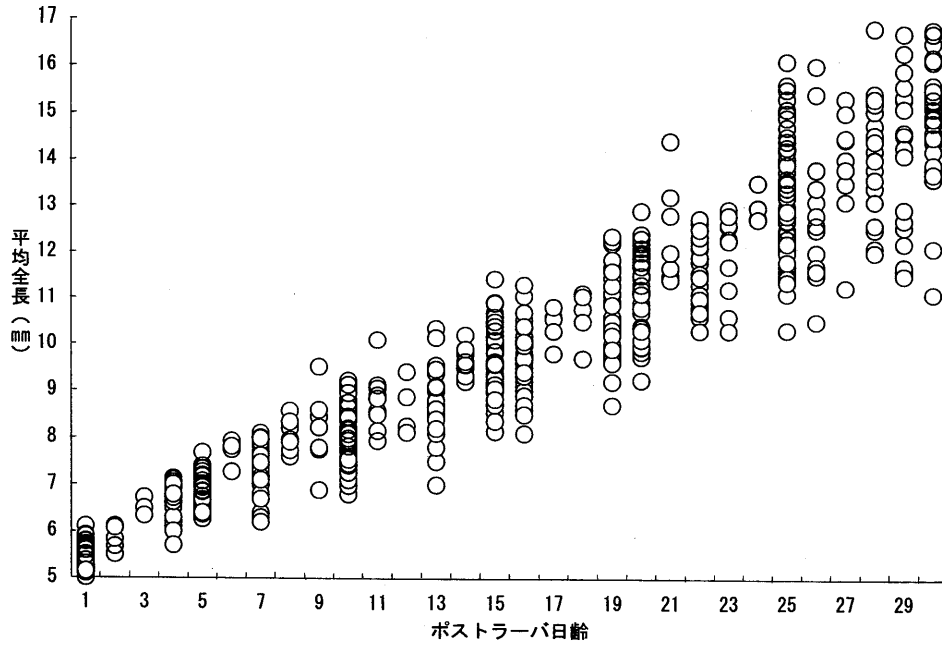
図II-15 飼育水温と卵からP1までの所要日数

表II-14 飼育水温別の成長（卵からP1期まで）

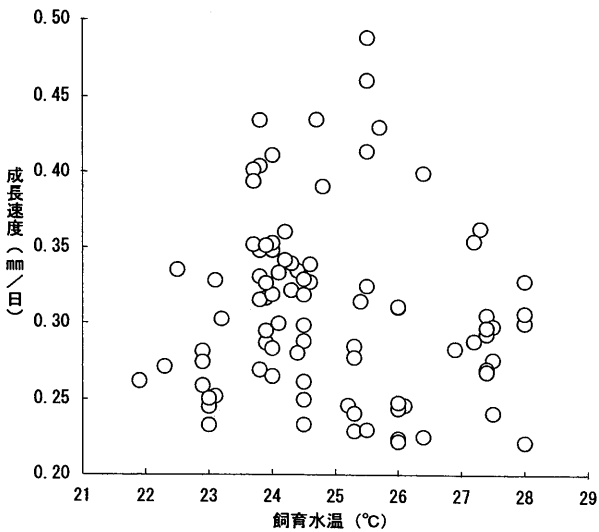
飼育 日数	飼育水温 (°C)									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	E	E	E		E	E	E	E	E	E
2	N	N	N		N	N	N	N	N	N
3	N	N	N		N	N	N, Z1	N, Z1	N, Z1	N, Z1
4	N	N	N		Z1	Z1	Z1	Z1	Z1	Z1
5	Z1	Z1	Z1		Z1	Z1, 2	Z2	Z2	Z2	Z2
6	Z1	Z1	Z1		Z2	Z2, 3	Z2, 3	Z3	Z3	Z3
7	Z1	Z1, 2	Z2		Z2, 3	Z3, 2	Z3	M1, Z3	M1, Z3	M1, Z3
8	Z1	Z2	Z2		Z3	Z3, 2	M1, Z3	M2, 1	M2, 1	M2, 1
9	Z1, 2	Z2, 3	Z2, 3	データなし	M1, Z3	M1, Z3	M2, 1	M3, 2	M3, 2	M3, 2
10	Z2	Z3	Z3		M2, 1	M2, 1	M3, 2	P1	P1	P1
11	Z2, 3	Z3	Z3		M3, 2	M3, 2	P1			
12	Z2, 3	Z3M	Z3M		M3, P1	P1				
13	Z3M	M	M		P1					
14	M	M	M							
15	M	M	M							
16	M	M	M							
17	M	M, P1	P1							
18	M	P1								
19	P1									

E, 卵; N, ノウ; リウス; Z, ゴ; エ; M, ミス (数字は齢期); P1, ㊦; ストラ; ㊦日目

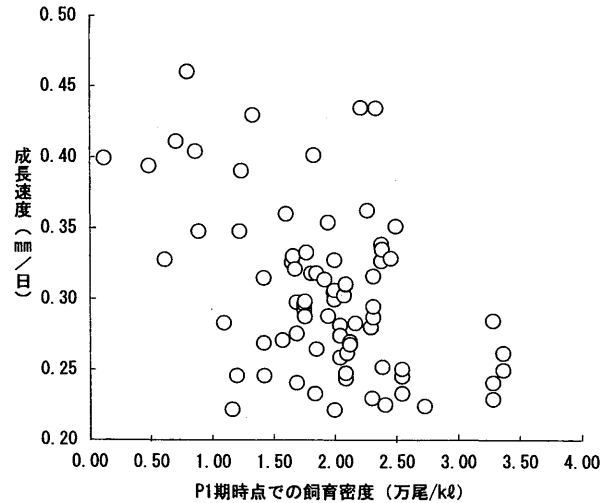
P1 からP30までの成長について、昭和55年度から平成12年度までに実施した種苗生産事例124例の成長状況を図II-16に示した。図に示すように事例毎の差が大きい。成長に影響を及ぼす要素としては、飼育水温、飼育密度、餌料種類及び種苗生産水槽の規模などが考えられるが、このうち、飼育水温、P1時点の飼育密度及び水槽規模と成長速度の関係を図II-17~19に示した。飼育水温については、成長の速い事例が24~26℃の範囲に多いことから、この水温帯が適正と考えられる。飼育密度については、密度が高くなるにつれて成長が遅くなる傾向にあるが、P1期時点での飼育密度が1万尾/kl以下で安定した高い成長速度を示している。水槽規模別では、150kl水槽が他の水槽に比べてわずかながら成長が速いが、これは150kl水槽が水量に対して底面積が広いために着底後の飼育密度が比較的低下するためと推察される。これらの結果から、水温24~26℃、P1時点での飼育密度1万尾/kl以下、水槽としては水槽容量に対して底面積がより広いほうが成長速度は速くなると考えられる。また、3~5日毎のP期の成長速度の変化について図II-20に示した。成長速度は、P期の初期は0.36mm/日程度と比較的速いが、P4からP12にかけて



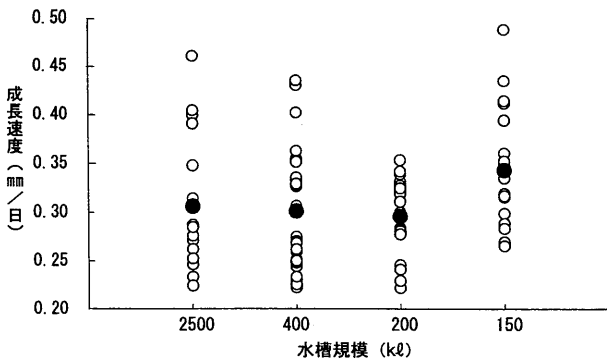
図II-16 ポストラーバ期の成長



図II-17 飼育水温と成長速度の関係



図II-18 飼育密度と成長速度の関係



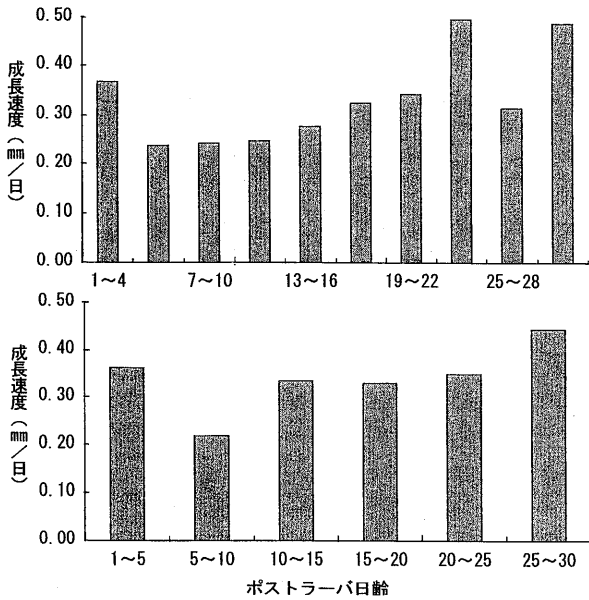
図II-19 水槽規模と成長速度の関係
(●: 平均値)

れたP4からP12の頃は、浮遊期から底生期への移行期であること、共食いが最も起き易い時期であること、有機リン系殺虫剤への感受性が最も高い時期であるという報告¹⁹⁾があることなどから、この時期が生理生態的な転換期にあると考えられ、P期の中でも最も注意を払うべき時期である。

2-4 歩脚障害

歩脚障害個体は潜砂能力が劣ることから放流後の食害に遭いやすいため、健苗性において問題とされている。当事業場では、平成2年度から平均全長30mmサイズ種苗の生産配付が始まったが、コンクリート水槽での長期飼育による大型種苗の歩脚障害が懸念された。平成2～6年度に配付した大型種苗の歩脚障害を調査した結果の

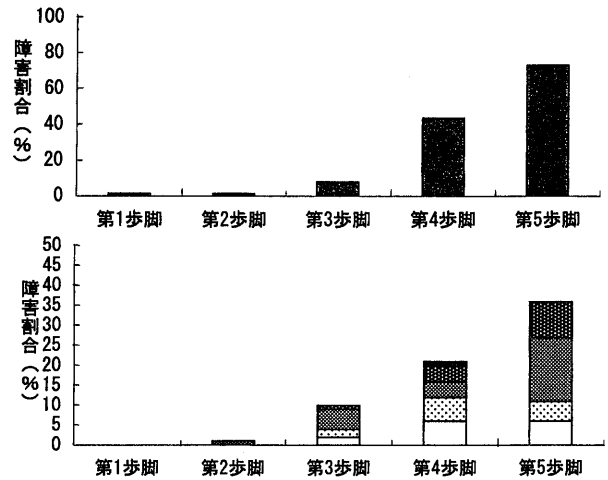
は0.22～0.24mm/日と遅くなり、その後は0.3～0.5mm/日と徐々に速くなっている。成長速度の落ち込みがみ



図II-20 ポストラーバの3～5日間毎の成長速度の変化
 上図：平成7年度前期までの平均値
 下図：平成7年度後期から平成12年度までの平均値

概要を表II-15に示した。軽重に関わらず何らかの障害があった個体を全て含めた歩脚障害の割合は42～72%（平均54%）で半数以上の個体に歩脚障害がみられた。クルマエビ種苗の歩脚障害について、石田²⁰⁾は網生簀で飼育したP41（全長範囲：14～26mm）の種苗の32～91%（平均58%）に、宇都宮²¹⁾は陸上コンクリート水槽で飼育したP34とP56（平均全長：14.0mm）の種苗の44.3%に歩脚障害がみられたと報告し、その原因として、前者は共食いなどによる個体間干渉を、後者はコンクリート水槽底面での潜砂行動の繰り返しによる擦れを挙げている。当事業場の歩脚障害については、一对の歩脚の障害状況が左右で異なる場合が多いことから擦れによるとは考え難く、共食いなどの個体間干渉のほうが原因としては大きいと考えている。

各歩脚の障害割合について、平成2、3年度の観察結果を図II-21に、平成12年度の観察結果を図II-22にそれぞれ示した。歩脚の障害状況は、サイズに関わらず第1、2歩脚の障害がほとんどないかあっても軽微であるのに対して、後方の第4、5歩脚は障害の程度が大きくなっている。また、障害の度合いを平成2年度と12年度と比較すると、前者のほうが後者より極端に軽い結果となっ



図II-21 平成2、3年度の200kL水槽での各歩脚毎障害発生状況（佐藤博未発表）

上図：平成3年度のデータより作図、平均全長 31.4mm
 下図：平成2年度のデータより作図、平均全長 40.3mm
 （下図では各歩脚の障害部位も示した）

□ 指節のみ ▨ 前節まで ▩ 腕節まで ▪ 長節まで ■ 座節まで

ているが、この違いの原因については特定できなかった。歩脚障害の防止策の一つとして、底砂の有効性について調査した結果を図II-23に示した。これによると、育成開始後25日目の歩脚障害の割合は各歩脚とも減少し、障害の度合いも軽微になっていることがうかがえるが、第3～5歩脚の障害割合はまだ50%以上とかなり高い値を示している。この原因として、種苗のサイズが平均全長31.7mmと大きかったことから脱皮間期が長いこと歩脚障害の回復に時間がかかること及び飼育密度が850～1,050尾/㎡とかなり高いことなどが考えられる。なお、これらのエビはほとんど潜砂しており、この程度の歩脚障害であれば、潜砂への影響は小さいと思われる。

2-5 減耗要因

昭和49年度から平成12年度における飼育中止事例と生残率20%以下の飼育事例について減耗原因及び件数等を表II-16にまとめて示した。件数が21件と最も多かった形態異常については次項で述べる。次に多かったのはウイルス性疾病関連の事例で、BMNの発症事例が16件、別の水槽でBMNが発症したため水平感染防止対策として飼育中止した事例が1件あった。PAVの発症事例は

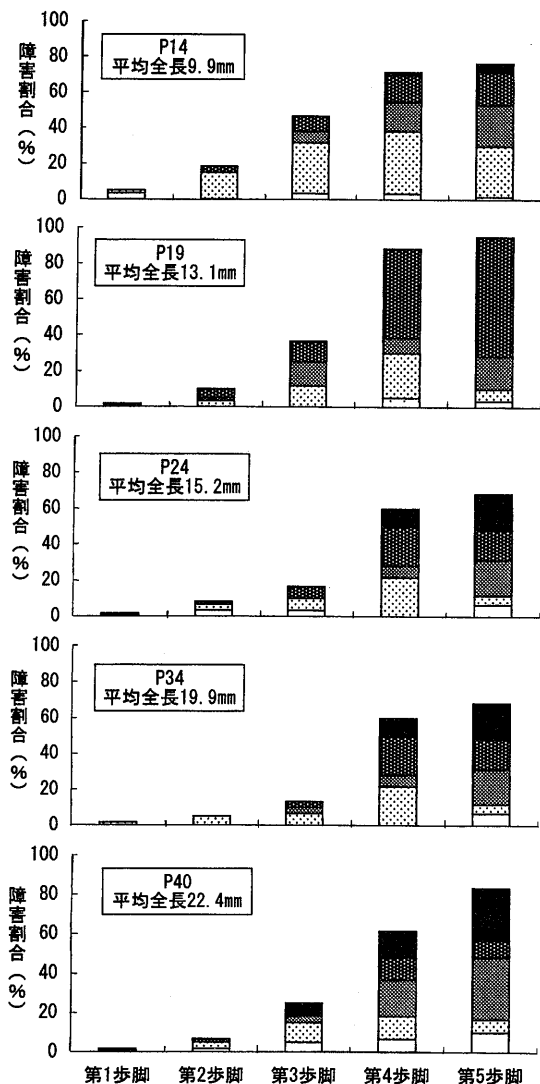
表II-15 陸上水槽を用いた全長30mmサイズ種苗の取り揚げ時における歩脚障害の状況（佐藤博未発表）

実施年度	飼育開始時				取り揚げ時						
	飼育密度 ^{*1} (万尾/㎡)	Pn	平均全長 (mm)	備考	飼育密度 ^{*1} (万尾/㎡)	Pn	平均全長 (mm)	観察尾数	歩脚障害個体の割合 (%)		
									正常	軽度 ^{*2}	重度 ^{*3}
H2	1.1	35	19		0.2, 0.5	59, 61	35~40	100	58	33	9
3	1.6	38	17	途中分槽	0.4	57	31	216	42	40	18
4	0.5	37	20		0.4	52, 54	30	50	28	40	32
5	0.8	32	17		0.7	47	32	50	48	12	40
6	2.2	27	15	途中分槽	0.8	54	30	50	56	22	22

*1 飼育水槽は200kL水槽（底面積100㎡）

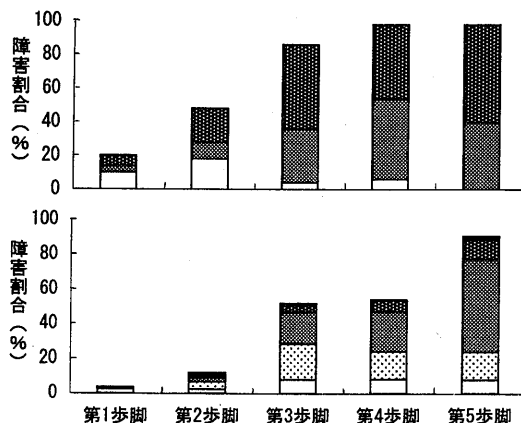
*2 腕節までの障害が1カ所でもある個体

*3 長節あるいは座節までの障害が1カ所でもある個体



図II-22 平成12年度の2,500kℓ水槽での各歩脚毎障害発生状況 (佐藤 純未発表)

□ 指節のみ ▨ 前節まで ▩ 腕節まで ▪ 長節まで ■ 座節まで



図II-23 砂を敷いたコンクリート水槽での各歩脚毎障害発生状況 (佐藤 純未発表)

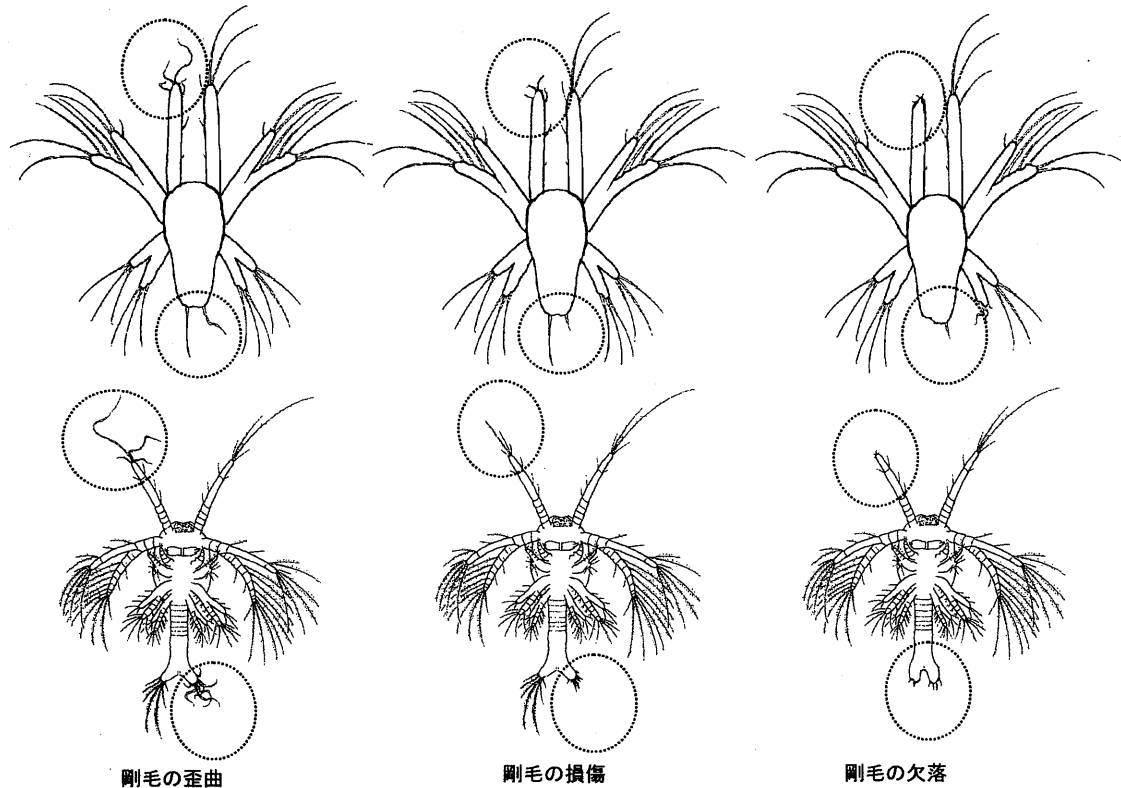
(平成11年度400kℓ水槽飼育種苗を供試した)
 上図：収容時平均全長31.7mm
 下図：25日経過時の平均全長54.4mm

□ 指節のみ ▨ 前節まで ▩ 腕節まで ▪ 長節まで ■ 座節まで

種苗生産段階では一度もみられなかったが、配付先の間
 中間育成場で発症した事例が2件、定期検査で飼育中に
 PRDV陽性と判定され飼育を中止した事例が3件、飼育
 開始後の検査で使用した親エビがPRDV陽性と判定さ
 れ飼育を中止した事例が3件あった。BMNは中腸腺上
 皮細胞の核肥大を観察することにより診断できる¹⁸⁾が、
 これは症状がかなり進んだ段階でないと判断することが
 できない。したがって、二次的な水平感染が起こりやす
 く、その後の種苗生産でも発症することが多い。一方、
 PAVの場合は原因ウイルスの検出系が確立しているこ
 とから、発症前に飼育の中止を決断でき、これによつて
 二次的な水平感染も防止できると考えられる。ビブリオ
 属細菌が原因の細菌性疾病については2件あるが、この
 疾病はこの他の飼育事例でも観察されているものの致命
 的な減耗を引き起こすことは少なく、多くの場合はニフ

表II-16 飼育不調事例(生残率20%以下)の要因

減耗及び飼育中止の原因	件数	発生時期など	発生年度
形態異常	21	発生時期：N期～M期	S49, 56, 58, 60～62, H1～4, 7, 8, 9
BMN発症	16	中腸腺の白濁確認時期：多くはP初期(M3～P12) 大量減耗時期：多くはP初期(P1～P17)	S57, 59, H3
BMN対策(他の水槽で発症)	1		H3
細菌性(ビブリオ属細菌)	2	発生時期：多くはM期～P初期(Z期-P9) 症状：摂餌不良, 活力不良, 消化管周辺が白っぽい 対策：ニフルシリン酸トリカム2～5ppm・3～24時間薬浴(効果有り)	S63, H1
PAV発症	2	配付後の中間育成場で発症。大量減耗時期：P36, P29	H8
PAV対策(未発症, PRDV陽性)	3	陽性判定時期：P10, P20	H8, 12
PAV対策(未発症, 親がPRDV陽性)	3	飼育開始後に親を再検査	H8, 10
真菌症	1	大量減耗：Z期	S57
キチン分解菌	1	発生時期：P18以降発生	S55
付着珪藻	1	発生時期：主にP期, 脱皮の障害となる	S51
脱皮障害	1	発生時期：P9～P13, 原因不明	S52
餌料不足	4	発生時期：Z期	S49
栄養性疾病?(青エビ)	3	発生時期：P5～P10以降	S53, 54
不明	1	発生時期：P1-8	S62



図II-24 クルマエビ幼生の形態異常模式図
上段:N期幼生 下段:Z期幼生

ルスチレン酸ナトリウムによる薬浴で対処できる。その他の減耗事例は種苗生産技術がまだ確立されていない頃の事例であり、近年ではさほど問題とはなっていない。

2-6 形態異常及び大量死亡

当事業場では、例年、図II-24に示すようにN期幼生やZ期幼生の付属肢や尾部の剛毛に異常がある個体が出現し、この形態異常が重度の場合には大量死亡が起こり、飼育を中止した事例もあった。昭和60年度から平成12年度までにみられた、形態異常が原因と考えられる飼育不調事例を表II-17に示した。形態異常を原因とする飼育不調事例は400kℓ水槽と2,500kℓ水槽のみで起こっており、特に2,500kℓ水槽では昭和60年から平成4年度まで

の全飼育事例のほぼ半数でみられている。その発生要因について検討したところ、洗卵による物理的な刺激、桜島の爆発による火山灰の降灰、産卵水槽と洗卵用海水の温度差、親エビの由来と輸送密度、産卵水槽中の卵の密度、漏水修理用のFRP樹脂などが挙げられたが、決定的な原因究明までには至らなかった。火山灰については、ハワイ大学においてピンクシュリンプ幼生への火山性微量元素の影響を除くためにEDTA（エチレンジアミン4酢酸）を使用し、有効性が認められたという情報を参考にして、平成5年度に本剤の添加を初めて試みたが、その効果については明確な結果は得られなかった。平成8年度になって、2,500kℓ水槽で形態異常の発生による大量死亡がみられ、その発生原因について検討を行った

表II-17 水槽別の形態異常出現による飼育不調事例の概要（昭和60年度から平成12年度）

水槽規模 (kℓ)	S60~H4* ¹			H5~H8* ²			H9~H12* ³		
	事例数	減耗 事例* ⁴	飼育中止 事例* ⁵	事例数	減耗 事例* ⁴	飼育中止 事例* ⁵	事例数	減耗 事例* ⁴	飼育中止 事例* ⁵
150	4	0	0	0	-	-	12	0	0
200	14	0	0	4	0	0	11	0	0
400	36	5	3	18	1	1	14	1	0
2,500	23	7	4	13	1	2	7	1	0

*1 飼育開始時にEDTA剤は無添加

*2 飼育開始時にEDTA剤を400kℓと2500kℓ水槽に随時添加

*3 飼育開始時にEDTA剤を400kℓと2500kℓ水槽に添加(降雨量が多い場合は適宜追加)

*4 形態異常が原因で明らかな減耗がみられた事例

*5 形態異常による減耗が著しく飼育中止となった事例

結果、形態異常の発生した飼育水を用いて幼生を飼育すると形態異常率が高くなること、EDTAを添加することで形態異常が緩和されること、形態異常の発生した時期が梅雨期にあたり飼育水に雨水の混入があったことなどが明らかになり、雨水を介して原因となる金属イオンが飼育水に入り込んでいると考えられた²²⁾。そこで、ろ過海水と飼育水に含まれる8種類の金属イオンについて分析したところ、飼育水の亜鉛の濃度が異常に高いことが判明した。2,500kl水槽では寒冷紗開閉装置用に設置している支柱や梁が、400kl水槽では水槽中央の歩廊がそれぞれ亜鉛メッキ鉄骨製であることから、雨により亜鉛イオンが溶出して飼育水中へ混入したと推測された。なお、この年度に形態異常が発生したN期の飼育水の亜鉛濃度は0.02mg/lであるが、形態異常を引き起こす亜鉛の濃度については検討していない。平成9年度以降は全ての種苗生産事例で飼育開始時にEDTAを10ppmとなるように添加した結果、形態異常による大量死亡事例が2例みられたのみで飼育中止事例は1例もなく、亜鉛対策としてEDTAの添加効果が示された。なお、N期からM期にかけて雨量が多い場合はEDTAを飼育途中に追加した。

種苗生産施設を作る場合は、屋内・屋外を問わず、資材の選択には十分注意を払う必要がある。

2-7 種苗の計数

当事業場で実施している種苗の計数方法の精度について平成6年度に調査した。計数に用いた稚エビは全て保

存し、後日全数を計数して推定尾数と比較した。その結果を表II-18に示した。P23～P34、平均全長13.7～16.5mmの種苗について実施した結果、17例中15例で実数値より1.4～27.5%の範囲で過小に推算された結果となり、他の2例は誤差1%以下でほぼ実数値に近似し、平均すると誤差は約-8%の過少評価となっていた。しかし、実際の配付では輸送時間の長短にもよるが、輸送中の減耗を考慮するとほぼ妥当な尾数が配付されていると考えている。

2-8 PAV 防除対策の評価

PRDV陽性親エビ由来の卵の排除を柱とする対策を平成9年度から実施しており、これまで46回の飼育を行ったところ、PAVの発症事例は皆無であり、その防除対策の効果は充分評価できると思われる²³⁾。しかし、前述したように(2-4 PAV防除対策の課題)、陰性親エビ群の卵のみを使用したにもかかわらず、PRDV陽性と判定されて飼育を中止した事例が1例あった。これは、高いPRDV陽性率を示す親エビ群では現在実施している受精囊の検査のみでは検出漏れが起こることを示している。これに対して検査部位を複数カ所として検出感度を高めることは可能であるが、検査コスト、検査時間及び現場のマンパワーなどを考慮するとあまり現実的ではない。実際的には、このように高いPRDV陽性率を示す親エビ群の卵は、たとえ陰性群の卵ではあっても使用しないほうが得策と思われる。

表II-18 種苗計数試験結果(與世田未発表)

ボス 日齢	平均全長 (mm)	推定値 (尾/kg)	実数値 (尾/kg)	実数値との誤差 (%)
26	13.7	36,897	39,063	-5.5
27	14.3	28,587	30,674	-6.8
23	14.3	19,939	22,515	-11.4
23	14.3	26,480	28,112	-5.8
23	14.3	27,075	29,277	-7.5
23	14.3	24,466	28,354	-13.7
28	14.5	30,731	31,166	-1.4
25	15.3	25,523	29,338	-13.0
29	15.3	23,619	23,384	1.0
29	15.3	23,718	25,158	-5.7
29	15.3	21,925	24,316	-9.8
30	15.4	18,086	18,873	-4.2
30	16.1	23,365	23,318	0.2
30	16.1	21,600	23,564	-8.3
30	16.1	21,960	23,077	-4.8
30	16.1	24,906	26,590	-6.3
34	16.5	16,144	22,280	-27.5

Ⅲ. 種苗輸送

1 種苗輸送の経緯

当事業場が開所した昭和42年度より生産した種苗の輸送が行われている。当初の輸送方法はいずれもトラックを用いた有水による陸上輸送で、輸送した種苗の大きさもP5～10と小さく、配付先も主に鹿児島県や宮崎県など近県であったことから、輸送時間もほぼ1時間以内であった。遠距離への輸送事例は、昭和44年度に山口県まで約13時間を要して輸送したのが初めてであり、種苗の大きさはP10～30、輸送密度は17～35万尾/klの輸送条件でほぼ問題なく輸送できた。また、活魚輸送船を利用した海上輸送もこの年に初めて試み、高知県へP37の種苗15万尾を約22時間で輸送した。なお、同時期にコンテナ容器やポリ袋を用いた無水輸送の可能性についても検討し、輸送時間が20時間以内であれば死亡率は5%以内に抑えられるという結果も得ていたが、この方法はその後利用されなかった。昭和52年度から促進事業が開始され、これに伴って輸送する種苗数も1.2～1.4億尾へと増加し、配付先も13～14府県へ広がった。この頃より九州各県と山口県などの比較的近距離の地域へは主にトラックによる陸上輸送を、瀬戸内海東部の大阪府、和歌山県、徳島県などの遠距離地域へは活魚輸送船を用いた海上輸送をそれぞれ行うようになった。その後、昭和59年度にガザミが新たに促進事業へ加わったことから、クルマエビ生産尾数は9,000万尾に減少し、配付先も少なくなった。また、海上輸送については、高速道路等の道路網が整備されてきたこともあり平成元年度以降は実施せず、全てトラックによる陸上輸送へと切り替えた。

2 陸上輸送

2-1 輸送水槽

初期の昭和42年度から昭和44年度までは容量800ℓのキャンパス水槽を用い、酸素及び通気を行った。昭和45年度からは、市販のポリエチレン水槽（製品名ヒドロタンク、容量は0.5、1.0、1.2klの3種類）を使用した。輸送は主に11トントラックを用いていたが、その荷台には1.2kl容量の水槽が最大で7個しか積み込まなかったことから、輸送する種苗数が多い場合は2台のトラックを用意する必要があった。また、本水槽の場合、1回の輸送毎に7個の水槽の通気配管を連結する作業が繁雑であり、水槽の形状も種苗輸送用として作られたものでないことから、底の形状が平らなため排水しても多くの種苗が水槽内に残るなど、輸送水槽としては不備な点が多かった。そこで、昭和61年度にこれらの点を改善した輸送水槽を新たに作製した（写真Ⅲ-1、参考資料）。この水槽はFRP製で容量3klの角型水槽でフォークリフトを用い



写真Ⅲ-1 FRP製種苗輸送水槽から船への積み込み作業

てトラックの荷台へ積載する。水温の変動を抑えるために水槽の内部は断熱仕様とし、底面積を広くすると同時に中央の排水口へ向けて傾斜をつけた。このため従来の水槽を使用していた時のように種苗の積み降ろし時に水槽を傾けなくても、排水とともにほとんどの種苗を残らず取り出すことが可能となっている。

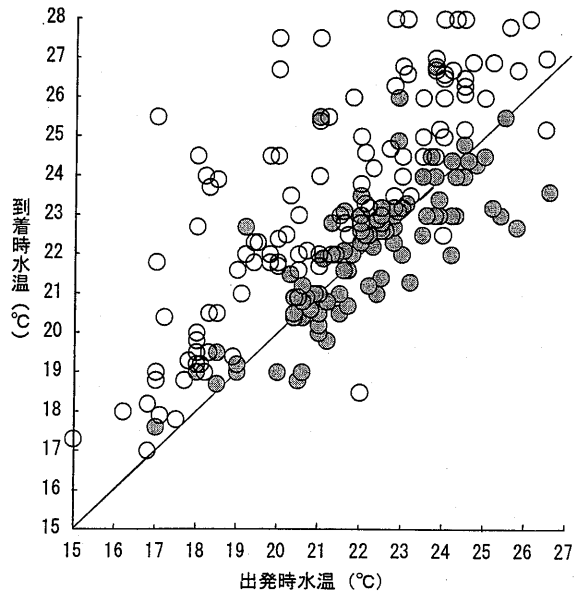
2-2 輸送水温

輸送水温は、輸送中の種苗の代謝活動を抑えて水質の悪化や共食いを避けること及び配付先の地先水温との温度差を小さくする目的で、ほとんどの場合、水を入れて飼育水温より下げた。輸送水温の冷却状況について平成7～11年度の事例を取りまとめて表Ⅲ-1に示した。輸送水温は飼育水温より2～5℃程度低くし、飼育水温が高い時ほど温度差は大きくなった。1klの海水を1℃下げるとの氷の使用量は8～10kgが必要であった。輸送10時間以上の事例について、断熱仕様のFRP水槽とポリエチレン水槽を用いた場合の出発時と到着時の輸送水温の変化を図Ⅲ-1に示した。ポリエチレン水槽は断熱仕様となっていないため、出発時に冷却しても到着時に水温が上昇している場合が多く、特に外気温に大きく影響を受け、事例毎の変動が大きい。一方、断熱仕様のFRP

表Ⅲ-1 輸送水温の冷却事例*

飼育水温 (°C)	事例数	飼育水温と輸送水温の差	
		平均 (°C)	最大 (°C)
23.3～23.9	9	2.8	4.9
24.0～24.9	12	1.8	4.1
25.0～25.9	19	4.0	6.0
26.1～26.8	11	3.7	5.7
27.0～27.9	15	3.8	6.5
28.1～28.9	6	4.9	7.6

* 平成7～11年度の事例



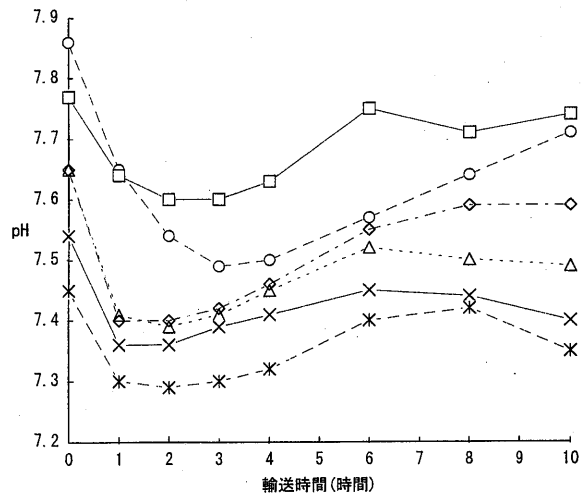
図Ⅲ-1 輸送時間が10時間以上の輸送中の水温変化
 —— 変化0ライン
 ● FRP輸送水槽(断熱仕様)
 ○ ポリエチレン輸送水槽

水槽は、到着時水温と出発時水温の温度差がほぼ±1°Cの範囲内にあり安定していた。

2-3 輸送密度

昭和40年代から昭和53年度頃までは、配付種苗の大きさもP20前後(平均全長10~12mm)と小さく、輸送密度は40~60万尾/kl、種苗の総重量は4~6kg/kl、輸送時間は10~15時間(1~24時間)の事例が多かったが、その後、配付種苗の大きさはP25~35(平均全長13~15mm)と大きくなり、輸送密度は30~40万尾/klと減ったものの種苗の総重量では6~12kg/klに増えた。また、昭和63年度から行った平均全長30mmサイズ種苗の輸送では、輸送密度は5~6万尾/kl、種苗の総重量で10~12kg/klとしたが、輸送時間1時間以内で輸送密度が種苗の総重量で34kg/kl、同じく10時間以上で輸送密度が種苗の総重量で23kg/klという事例もあったが問題なく輸送できた。

種苗輸送の基本的な留意点としては、輸送する種苗の活力を考慮することが重要である。輸送時の活力が良ければ、現在の輸送基準より高い輸送密度でも問題ないと考えられるが、活力が悪い場合は輸送基準より低い輸送密度で輸送するか、場合によっては活力が回復するまで輸送を延期することも考えるべきであろう。また、輸送時間が短いからといって、輸送密度をむやみに高くすることは危険である。3~4時間程度の輸送でも10時間以上の輸送と同様の輸送密度で輸送すべきと思われる。

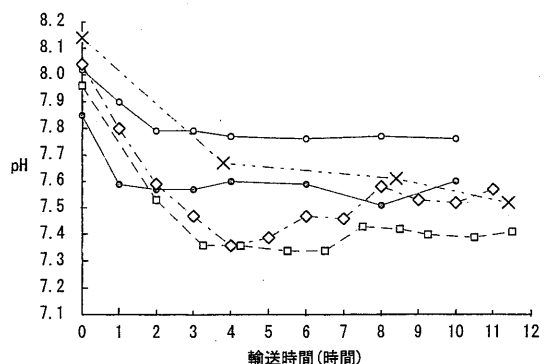


図Ⅲ-2 輸送中のpHの変化1(佐藤博未発表)
 (昭和62年度輸送試験データより作図)

○—11万尾/kl □—14万尾/kl △—17万尾/kl
 ◇—19万尾/kl ×—22万尾/kl *—25万尾/kl

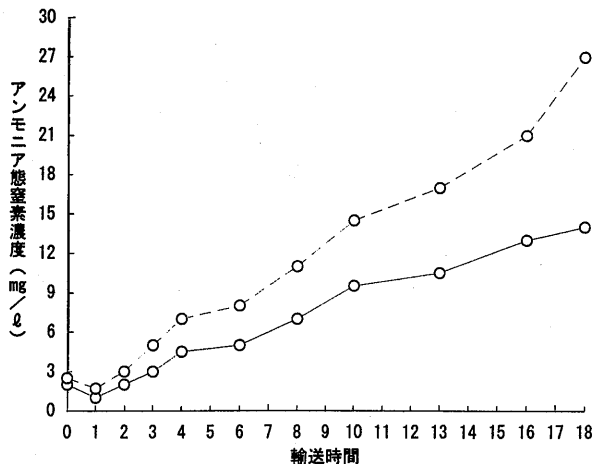
2-4 水質

輸送中の水質についてはpHとNH₄-Nを測定した事例がある。1klポリエチレン水槽を用いて異なる輸送密度で輸送した場合を想定した静置試験によるpH値の変化を図Ⅲ-2に示した。供試種苗の平均全長が17.6mmであることから、この試験区の中では11万尾/kl区(種苗の総重量4.4kg/kl)あるいは14万尾/kl区(同5.6kg/kl)が実際の輸送密度に相当する。当事業場で使用しているろ過海水のpHが8.2~8.3であることから、試験開始前の種苗の積み込みから輸送開始までの間ですでにpH値は大きく低下しており、それは輸送密度の高い区ほど低下する傾向が強かった。なお、試験区のうち19万尾/kl区以上の実際の輸送密度よりも高い密度区は、輸送8~10時間後に種苗の急激な活力の低下により試験を中止している。これ以外の同様な輸送試験におけるpHの変化を図Ⅲ-3に示したが、いずれの試験区でも低下速度に違いはあるものの同様の低下傾向を示し、特に輸送開始か



図Ⅲ-3 輸送中のpHの変化2(加治, 佐藤博未発表)
 (昭和57, 61年度の輸送試験データより作図)

○—TL17.1mm15万尾/kl □—TL17.2mm17万尾/kl
 △—TL17.1mm23万尾/kl ×—TL13.5mm24万尾/kl
 ◇—TL14.4mm30万尾/kl



図Ⅲ-4 輸送中のNH₄-N (佐藤博未発表)
(昭和61の輸送試験データより作図)

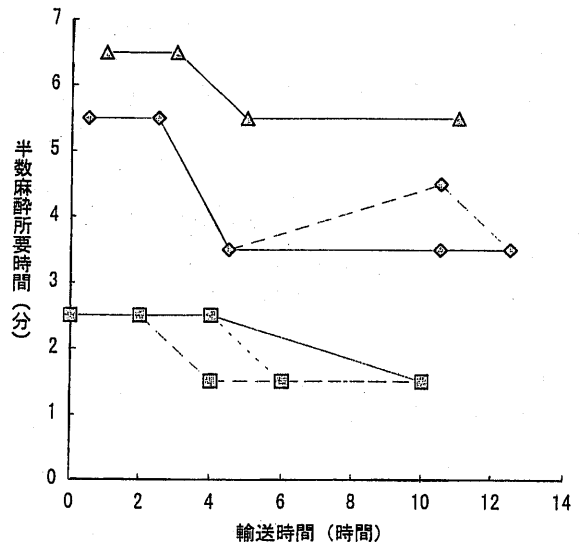
—○— TL17.1mm15万尾/kℓ -○- TL17.1mm23万尾/kℓ

ら1～4時間の間にpH値は急激に低下するがその後の変動は小さいことが示された。

昭和61年度に行った輸送試験における輸送中のNH₄-Nの変化を図Ⅲ-4に示した。本試験では平均全長17.1mmの種苗を供試し、輸送密度を15万尾/kℓ区と23万尾/kℓ区の2区を設定した。NH₄-Nの濃度はほぼ直線的な増加傾向を示し、その増加速度は輸送密度が高いほど速く、高密度区では10時間後に試験開始時の約6倍の14.5ppm、18時間後には約11倍の27ppmに達し、試験終了時の輸送水は強い臭気があり濁りも著しかった。しかし、両区とも、試験中の死亡はほとんどみられず、輸送後2日間の観察でも死亡はほとんどなく、この程度のNH₄-Nの濃度では種苗への影響はないようであった。

2-5 種苗の活力

種苗を活力の良好な状態で目的地まで輸送することは重要なことである。輸送による質の低下は中間育成開始直後の減耗や疾病の発生を誘発して中間育成中止に追い込まれる場合もあるので細心の注意を払う必要がある。輸送中の種苗の活力の評価方法を検討するため、麻醉剤FA100(オイゲノール(株)田辺製薬)に対する感受性を指標とした試験を行った。FA100をろ過海水で1,000倍に希釈した麻醉液中に20～30尾の種苗を浸漬して麻醉状態となるまでの所要時間を測定した。ここで言う麻醉状態とは石岡ら²⁴⁾に準じ、「平衡を失ったまま動かず、鰓、心臓の動きのみ認められる」状態とした。図Ⅲ-5に供試した個体の半数以上が麻醉状態となる半数麻醉所要時間(1分毎に麻醉状態となった個体を累積して供試尾数の半数が麻醉状態となった時間帯の中央値)と輸送時間との関係を示した。麻醉剤への感受性は、輸送開始から4～6時間までに大きく変化するが、その後あまり変化しないという傾向が認められた。藤谷ら²⁵⁾はFA100に対する麻醉感受性が異なる平均体長40mm前後の稚エビ群



図Ⅲ-5 輸送による麻醉耐性の変化 (加治, 佐藤博未発表)
(昭和57, 62年度の輸送試験データより作図)

—△— TL14.4mm30万尾/kℓ —◇— TL17.2mm17万尾/kℓ
—◇— TL17.2mm17万尾/kℓ —□— TL17.6mm17万尾/kℓ
—□— TL17.6mm22万尾/kℓ -□- TL17.6mm25万尾/kℓ

を24時間飼育し、2分以内に半数が麻醉状態になった試験区で生残率が低くなったとしているが、当事業場での輸送試験でも、半数麻醉所要時間が1.5分まで低下した試験では種苗の活力が急激に落ちて輸送試験を途中で中止せざるを得なくなった。この時の種苗は輸送前の時点で半数麻醉所要時間が2.5分と他の事例より明らかに短かったことから、麻醉感受性が種苗輸送の可否の判断基準として有効であると考えられた。

2-6 PAV 防除対策

平成9年度にPAV防除対策の面から輸送方法について見直しを行った。

輸送密度については、輸送中のストレスを可能な限り抑制する目的で種苗の総重量で4～5kg/kℓ(TL14mmで20～25万尾/kℓ)としたが、輸送時間によって適宜調整した。その結果を対策前の輸送密度を含めて表Ⅲ-2に示した。対策前は輸送時間10時間以内で9～10kg/kℓ、同10時間以上で7～8kg/kℓが平均的な輸送密度であったが、対策後は3～7kg/kℓの輸送密度となった。なお、表Ⅲ-2は平均全長10～20mm(多くは14～17mm)の種苗輸送事例であるが、平均全長30mm前後の大型種苗の場合では、平均的な輸送密度を、対策前の10～12kg/kℓから対策後は5～7kg/kℓに密度を下げて輸送した。

通気については、これまで種苗が輸送水槽の底面に溜まらないように強い通気(通気量43ℓ/分/kℓ)を行っていたが、これによる強い水流が種苗にとってストレスとなる可能性が懸念された。そこで、平成10年度からは通気量を抑える(通気量12ℓ/分/kℓ)とともに、酸素通気を併用する方法に変更した。輸送水中の溶存酸素量はこ

表Ⅲ-2 輸送時間別の輸送密度*

輸送時間	昭和61～平成8年度		平成9～12年度	
	事例数	平均輸送密度(kg/kℓ)	事例数	平均輸送密度(kg/kℓ)
1時間未満	17	13.4 (6 ~ 27)	5	5.0 (4 ~ 6)
1～2時間	3	9.9 (6 ~ 14)	4	5.9 (4 ~ 8)
2～3時間	2	9.2 (9 ~ 10)	1	6.6
3～4時間	4	9.1 (7 ~ 11)	10	5.2 (2 ~ 10)
4～5時間	9	9.5 (4 ~ 15)	9	4.8 (3 ~ 9)
5～6時間	2	5.7 (5 ~ 6)	7	4.1 (3 ~ 6)
6～7時間	1	10.6	2	7.1 (5 ~ 9)
7～8時間	2	15.7 (14 ~ 17)	1	6.8
8～9時間	1	10.8	3	4.4 (3 ~ 6)
9～10時間	3	8.7 (7 ~ 10)		
10～11時間	7	8.4 (6 ~ 16)	11	4.0 (2 ~ 5)
11～12時間	3	8.3 (4 ~ 11)	6	5.1 (4 ~ 7)
12～13時間	2	7.1 (6 ~ 8)	10	5.0 (3 ~ 10)
13～14時間	4	8.3 (2 ~ 18)	3	4.8 (4 ~ 7)
14～15時間	9	7.8 (5 ~ 12)	2	3.2 (2 ~ 4)
15～16時間	5	8.7 (6 ~ 13)	3	4.9 (4 ~ 7)
16～17時間	9	7.4 (6 ~ 10)		
17～18時間	7	9.1 (3 ~ 15)		
18～19時間	4	9.0 (7 ~ 11)		
19～20時間	4	6.8 (5 ~ 8)		
20時間以上	5	7.2 (5 ~ 11)		

* 輸送密度は種苗の総重量で示した

の変更の前後で変わることはなく110～120%で推移した。

PAV 防除対策としてこのような輸送方法を行った結果、到着時の種苗の活力が著しく低下することはなかったが、輸送経費が従来より高くなったことは否めない。

3 海上輸送

海上輸送では、当初50～100トン規模の活魚船を利用し、その活け間へP20前後の種苗を尾数換算の輸送密度で6～25万尾/kℓ、重量換算で0.6～2.5kg/kℓの基準で500～1,500万尾を収容して通気を施した。輸送にはおおむね40時間前後(22～51時間)を要することから、共食い防止のため途中4～6時間おきに給餌(昭和48年まではアサリミンチ肉、以後は配合飼料)を行い、給餌後に水質を維持するための換水を行った。その後、昭和53年以降になると配付尾数の増加に伴って1航海当りの輸送

尾数も2,000～4,000万尾に増加し、輸送する種苗の大きさもP25～35(平均全長13～15mm)と大きくなったことから、輸送に用いる活魚船も200トン規模へと大型化した。この当時の尾数換算した輸送密度は4～30万尾/kℓ、重量換算では0.7～6.2kg/kℓであった。

なお、前述したように平成元年度以降海上輸送は利用されなくなったが、これは、輸送時間が長いこと、天候や海況に影響を受けやすいため配付計画が立て難いこと、種苗配付尾数が減少したため大量種苗の輸送が必要でなくなったこと、中間育成に陸上水槽が利用されることが多くなり活魚船から中間育成場への輸送に余分な時間を要すること、道路網の発達により輸送時間が短縮され遠距離の府県でも陸上輸送で対応できるようになったことなどの理由による。

おわりに

志布志事業場で昭和42年度から平成12年度までの34年間に生産したクルマエビ種苗は28億尾を超え、このうち、年間生産尾数が1億尾を超えたのは13回を数える。当事業場は、栽培漁業の黎明期からクルマエビの種苗生産に携わり、クルマエビ専用の大型水槽が整備されたこともあって全国第一位の「放流用クルマエビ種苗生産場」となった。年間1億尾を超える生産目標を達成するために、クルマエビの種苗生産工程に携わる担当者は親エビの安定確保のため各地へ走り回り、単位生産量と生残率についても常に高い水準を求められて、それに何とか応えようと努力してきた。全国の種苗生産現場で放流用に生産されている種苗が合計4～5億尾（ここ数年は3億尾程度）であることを考えると、当事業場がクルマエビの栽培漁業の進展に果たしてきた役割は大きかったと自負したい。

反省点としては、種苗生産方法の改良、特に省力化や省コスト化に対して積極性がなかったことが挙げられる。昭和50年代前半以降、事業として実施するようになってからは安定生産を行うことが優先され、すでに確立された種苗生産技術の踏襲にとどまり、新しい飼育技術の開発が疎かとなった。しかし、その後平成に入ってから餌料系列の簡素化や給餌の自動化による省力化を図り、他機関への普及に努めた。省コスト化については、本文で述べたように現在のアルテミアや配合飼料の使用基準にはなお検討の余地が残されているものの、クルマエビ

は主要な栽培漁業対象種の中でも完全配合飼料化に最も近い種類と考えられる。現在、Z期の餌料として植物性プランクトンに替わる配合飼料が開発され、ほぼ完全配合飼料化が確立されつつある。さらに、M期に給餌するアルテミアについても配合飼料化が進みつつあり、すでにアルテミアを給餌せずに飼育している機関もあることから、今後、配合飼料だけによる種苗生産が可能になる時代も近いと思われる。

もう一つの反省点として、放流事業に対して積極的に取り組めなかったことが挙げられる。当事業場から配付された種苗がどのように放流され、資源添加にどの程度寄与できたのだろうか。放流効果は非常に難しいテーマであるが、長年クルマエビの栽培漁業を担当してきた事業場として、漁業者と一緒に放流技術開発に取り組めなかったことは残念なことであった。

当事業場でのクルマエビ種苗生産及び配付事業は平成12年度をもって終了したが、クルマエビは栽培漁業の重要対象種として今後も揺るぎない進展を遂げることを確信している次第である。

当事業場は、参考資料の最後に示したように、開所以来多くの場長や職員の方々に支えられてきた。筆者らはこれらの方々を代表して本稿を取り纏め、クルマエビ種苗生産技術の取り組みを紹介するとともに最後の4年間に実施したPAV防除対策の成果も紹介した。関係者の今後の参考の一つになれば幸いである。

引用文献

- 1) 藤永元作 (1975) エビに憑かれて, 「エビに憑かれて四拾年 - 藤永元作氏の研究と思い出 -」(藤永元作の思い出刊行会編) 緑書房, 東京, pp. 6-28.
- 2) Hudinaga, M. (1942) Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. Jour. Zool.*, 10, 305-393.
- 3) 中野平二・川邊博・梅沢敏・桃山和夫・平岡三登里・井上潔・大迫典久 (1994) 1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死: 発生状況および感染実験. *魚病研究*, 29, 135-139.
- 4) 桃山和夫・平岡三登里・中野平二・川邊博・井上潔・大迫典久 (1994) 1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死: 病理組織観察. *魚病研究*, 29, 141-148.
- 5) 井上潔・三輪理・大迫典久・中野平二・木村武志・桃山和夫・平岡三登里 (1994) 1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死: 電顕観察による原因ウイルスの検出. *魚病研究*, 29, 149-158.
- 6) 今村茂生 (1974) 台湾産クルマエビの採卵用親エビとしての利用価値について. *栽培技研*, 3(1), 77-85.
- 7) 桃山和夫 (1988) クルマエビの種苗生産時に発生するバキュロウイルス性中腸腺壊死症 (BMN) の感染源. *魚病研究*, 23, 105-110.
- 8) 水藤勝喜・荒川哲也・伊藤英之進 (1996) 生検法 (Biopsy 法) による種苗生産用親クルマエビの成熟度観察. *栽培技研*, 25, 27-35.
- 9) 宮島義和・松本淳 (1996) 人工養成クルマエビを用いた生検法による採卵用親エビの成熟度判別と効率的な採卵方法. *栽培技研*, 25, 37-40.
- 10) Mushiake, K., K. Shimizu, J. Satoh, K. Mori, M. Arimoto, S. Ohsumi, and K. Imaizumi (1999) Control of Penaeid Acute Viremia (PAV) in *Penaeus japonicus*: Selection of eggs based on the PCR detection of the causative virus (PRDV) from receptaculum seminis of spawned broodstock. *Fish Pathol.*, 34, 203-207.
- 11) 今攸・安田政一・粕谷芳夫 (1982) クルマエビ種苗生産に供する親エビの卵巣成熟状況について. *栽培技研*, 11(2), 15-19.
- 12) 水藤勝喜 (1996) 愛知県一色産クルマエビ種苗生産用親エビについて - II 採卵の効率化に関する検討. *栽培技研*, 24, 75-81.
- 13) 照屋和久・大角伸一・清水健・有元操 (2000) クルマエビの産卵後に発生する粘液様物質の性状と採卵に及ぼす影響. *栽培技研*, 28, 7-11.
- 14) 清水健・照屋和久・大角伸一・有元操 (2000) クルマエビの急性ウイルス血症予防のための小型水槽による効率的採卵方法. *栽培技研*, 28, 1-5.
- 15) 與世田兼三・芦立昌一・村上直人・金澤昭夫 (1996) 微粒子人工配合飼料を用いた大型水槽でのクルマエビ種苗生産. *水産増殖*, 44, 503-510.
- 16) Hirata, H., Y. Mori, and M. Watanabe (1975) Rearing of prawn larvae, *Penaeus japonicus*, fed soy-cake particles and diatoms. *Mar. Biol.*, 29, 9-13.
- 17) 今村茂生・梶田拓治 (1972) クルマエビ種苗量産技術開発研究 - 人工的有機懸濁物を使用した初期飼育. *栽培技研*, 1(2), 35-46.
- 18) 桃山和夫 (1983) クルマエビのバキュロウイルス性中腸腺壊死症に関する研究 - III. *魚病研究*, 17, 263-268.
- 19) 青海忠久・山本博敬 (1980) クルマエビ幼生の各發育段階に対する有機リン系殺虫剤の急性毒性. *長崎水試研報*, 6, 71-76.
- 20) 石田雅俊 (1974) クルマエビ人工種苗の潜砂能力, とくに歩脚の障害との関係について. *栽培技研*, 3(2), 11-18.
- 21) 宇都宮正・八柳健郎 (1975) クルマエビ種苗生産時に出現する障害エビについて. *栽培技研*, 4(1), 1-6.
- 22) 與世田兼三・西明文 (1998) XI 栽培漁業の促進, 2 放流資源共同管理型栽培漁業の促進. *日本栽培漁業協会事業年報* (平成8年度).
- 23) 佐藤純・虫明敬一・森広一郎・有元操・今泉圭之輔・西澤豊彦 (1999) クルマエビの種苗生産過程における PAV の発生状況. *魚病研究*, 34, 33-38.
- 24) 石岡宏子・福原修・阪口清次 (1974) オイゲノールのクルマエビ稚仔に対する麻酔効果. *南西水研報*, 7, 31-42.
- 25) 藤谷超・阪口清次・石岡宏子・福原修 (1973) 人工種苗の生理生態, 浅海域における増殖漁場の開発に関する総合研究, 3, 2-8.

参考資料

- 図 1 志布志事業場の施設配置図
- 図 2 親エビの入手先一覧
- 表 1 クルマエビの餌料種類別の年間使用量
- 表 2 入手親エビの卵巣卵成熟状況と採卵結果
- 表 3 他機関のアルテミアノープリウス給餌状況
- 表 4 他機関の P 期以降の配合飼料給餌状況
- 表 5 志布志事業場の P 期以降の配合飼料の給餌基準の変遷
- 表 6 志布志事業場の P 期以降の生餌の給餌基準の変遷
- 表 7 志布志事業場におけるアルテミアを使用しなかった飼育事例のデータ表
- 図 3 ポストラーバの全長と体重の関係（全長範囲：0.4～1.2cm）
- 図 4 ポストラーバの全長と体重の関係（全長範囲：1.2～3.0cm）
- 図 5 ポストラーバの全長と体重の関係（全長範囲：3.0～8.0cm）
- 図 6 ポストラーバの全長と体長の関係（全長範囲：0.76～7.75cm）
- 図 7 ポストラーバの全長と乾燥重量の関係（全長範囲：0.40～1.54cm）
- 図 8 P30以降の稚エビの成長（P30～ P68）
- 表 8 志布志事業場におけるポストラーバの平均的成長
- 表 9 取り揚げ時の全長と水切り重量 1 kg 当りの尾数
- 図 9 3kl 角型種苗輸送用 FRP 水槽の模式図
- 表10 活魚船による種苗輸送事例の概要
- 表11 トラックによる種苗輸送事例の概要
- 表12 クルマエビ飼育マニュアル
- 表13 志布志事業場職員一覧

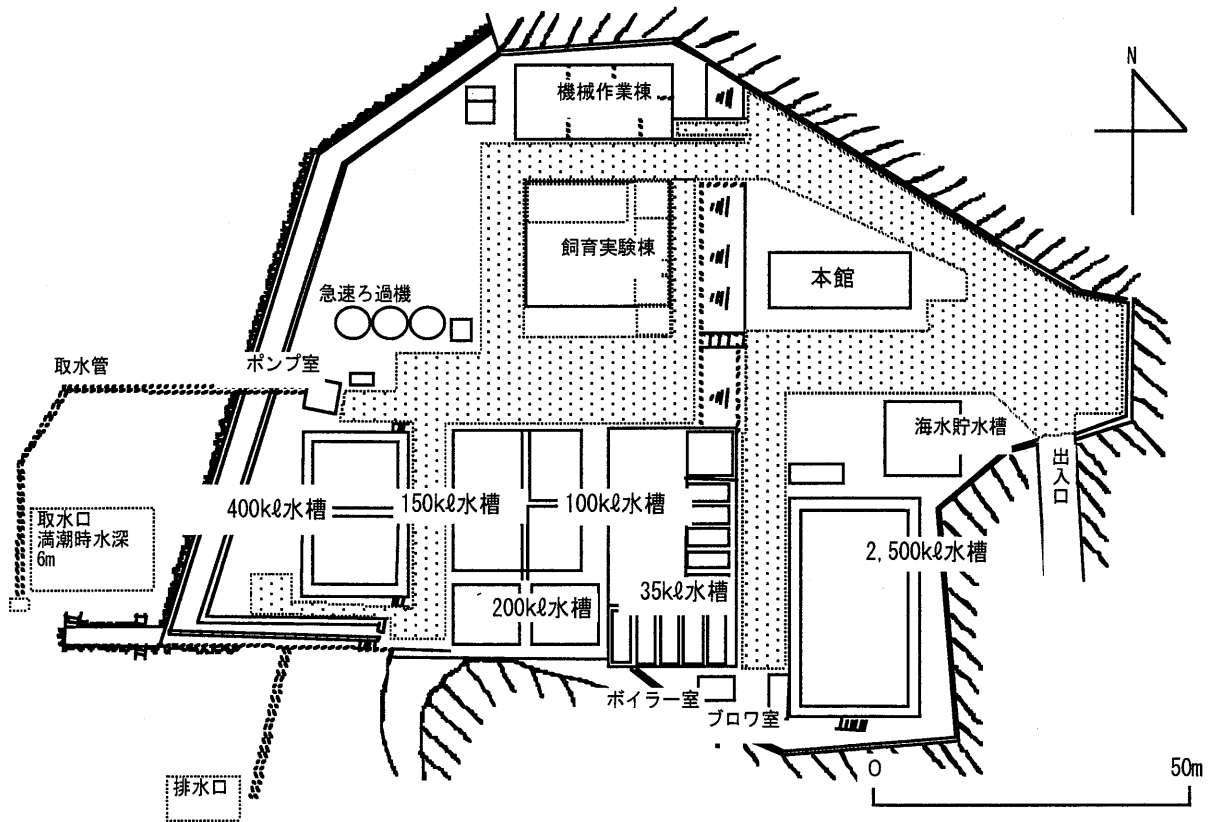


図1 志布志事業場の施設配置図

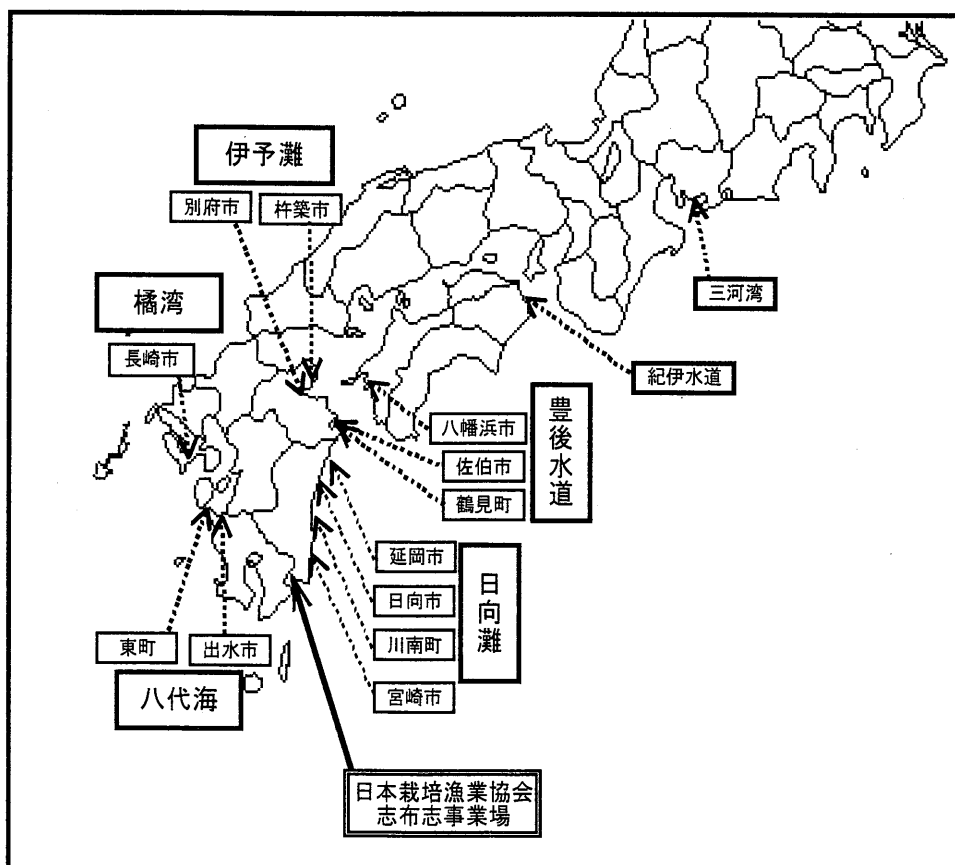


図2 親エビの入手先一覧

表1 クルマエビの餌料種類別の年間使用量

年度	餌料種類別の年間使用量														種苗生産尾数	
	チロ ビス (kl)	珪藻 カゲ カ (kg)	FP (kg)	人工 BP (kg)	パン 酵母 (kg)	油脂 酵母 (kg)	醤油 粕 (kg)	マリン シガ マ (kg)	ワムシ (億個体)	7PM7 (億個体)	冷凍7M 合計 (kg)	配合 飼料 (kg)	配合 飼料 (kg)	尾数 (万尾)		
S 55	0	4,301	0	3	0	0	385	0	333	383	21,559	1,926	725	11,976		
56	0	4,646	0	16	0	0	630	0	961	531	20,796	2,205	1,045	15,590		
57	0	4,557	0	16	0	21	490	0	572	672	25,112	1,794	1,023	11,056		
58	0	3,513	0	9	0	93	0	0	1,972	339	20,612	1,049	1,368	15,387		
59	266	2,019	0	31	139	0	0	0	1,658	590	16,495	655	1,625	6,823		
60	494	153	0	0	21	0	0	0	1,263	312	12,251	0	2,001	9,721		
61	967	0	0	0	26	0	0	0	587	458	13,000	0	1,924	8,806		
62	823	258	0	0	33	0	106	0	464	480	13,002	0	3,016	9,970		
63	333	18	0	0	28	0	0	0	398	489	10,000	0	2,630	11,260		
H 1	415	293	0	0	10	0	0	58	732	528	14,500	0	2,238	8,752		
2	384	795	104	0	45	0	0	45	830	629	19,626	0	2,453	10,700		
3	295	432	103	0	0	0	0	0	1,029	479	9,148	0	1,401	5,818		
4														10,641		
5	191	91	53	0	0	0	0	0	593	488	15,836	0	2,315	10,186		
6	1,057	350	191	0	0	0	0	0	354	717	5,151	0	3,319	9,707		
7	723	0	124	0	0	0	0	0	0	371	0	0	2,980	9,225		
8	599	0	74	0	0	0	0	0	0	313	0	0	1,645	3,383		
9	732	0	143	0	0	0	0	0	0	265	0	0	2,585	4,890		
10	433	0	86	0	0	0	0	0	0	222	0	0	1,657	4,046		
11	741	0	69	0	0	0	0	0	0	236	0	0	3,007	4,443		
12	799	0	63	34	0	0	0	0	0	248	0	0	2,025	3,696		

チロビス:50万セル/ml換算 珪藻:20万セル/ml換算

カゲカ(微粒子配合飼料MB-C):(株)武田科学飼料

人工BP(人工プランクトンBP):(株)日本配合飼料

醤油粕, 冷凍7M及び冷凍7Mは原料重量

FP(微粒子配合飼料フリパック):(株)ユーエスシー

油脂酵母:(株)協和発酵工業

マリンシガマ:(株)日清サイエンス

表2 入手親エビの卵巣卵成熟状況と採卵結果

年月日	入手状況		親エビの成熟状況*1		採卵成績*2		
	入手場所	尾数 (尾)	平均体重 (g)	観察尾数 (尾)	表層胞発現率 (%)	産卵率 (%)	1尾当りの卵数 (万粒)
H9. 6. 11	橘湾	329	71	319	45	37	8
H9. 6. 12	橘湾	240	74	239	56	46	11
H9. 7. 19	橘湾	370	68	361	43	39	5
H9. 7. 22	橘湾	337	66	336	45	46	7
H10. 6. 16	橘湾	427	61	427	51	57	11
H10. 6. 17	橘湾	416	65	413	61	48	8
H10. 7. 9	橘湾	279	70	276	37	40	5
H9. 4. 11	日向灘	141	90	141	26	24	7
H9. 4. 17	日向灘	126	93	126	25	13	1
H9. 4. 18	日向灘	82	88	82	21	24	3
H12. 5. 22	日向灘	72	99	71	51	38	8
H10. 4. 6	豊後水道	300	133	289	25	20	5
H10. 4. 15	豊後水道	301	123	259	29	23	4
H10. 4. 16	豊後水道	300	122	280	25	19	3
H11. 4. 5	豊後水道	300	128	300	32	10	1
H11. 4. 6	豊後水道	304	128	304	34	16	5
H11. 4. 12	豊後水道	301	125	151	32	26	4
H11. 6. 10	豊後水道	250	109	250	30	13	5
H12. 4. 10	豊後水道	229	119	229	12	2	1
H12. 4. 18	豊後水道	92	135	92	2	0	0
H12. 4. 24	豊後水道	100	131	100	20	7	3
H12. 5. 2	豊後水道	200	112	200	22	3	1
H12. 5. 8	豊後水道	199	113	199	4	1	0
H12. 5. 22	豊後水道	200	109	200	21	6	3
H9. 5. 12	八代海	112	69	110	37	25	6
H9. 5. 13	八代海	89	70	88	38	38	4
H9. 5. 16	八代海	124	65	123	52	52	11
H9. 5. 17	八代海	148	72	148	49	49	8
H9. 5. 21	八代海	76	71	76	38	54	8
H9. 5. 22	八代海	240	69	238	49	31	9
H9. 5. 23	八代海	248	65	247	55	40	9

*1 表層胞発現率は卵巣卵に表層胞が発現している親エビの割合

*2 産卵率は入手尾数に対する産卵尾数の割合 1尾当りの卵数は入手尾数1尾当りの採卵数
(比較のため両者とも採卵1日目の結果で示した)

表3 他機関のアルテミアノーブリンウイルス給餌状況*1

成長段階*2 事例1	(単位：7行ミ7個体数/尾/日)																														平均			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
P1-10							2																								0.1			
P1-9							2																								0.1			
P1-8							1																								0.0			
P1-7					3		0																								0.1			
P1-6					3	5	8				4								8												1.4			
P1-5			10		12	8	10	16		5	4	9		8					14												5.4			
P1-4			6	9	13	11	12	16		13	7	9		22	3	12	26		29												10.2			
P1-3			7	18	16	12	35	30		20	7	19		15	3	15	30	14	5	54											15.6			
P1-2			22	20	28	19	18	19	44	25	22	14	40	28	9	9	7	27	24	11	56	3	26								21.4			
P1-1			19	56	32	35	33	16	43	50	25	19	29	39	45	22	17	13	36	45	21	51	4	40							29.3			
P1			37	43	49	48	27	18	36	63	26	18	34	60	65	25	42	16	79	50	26	75	5	58	34	29	19	45	12	39	33	45	38.5	
P2			30	55	63	57	33	36	39	65	33	25	43	80	68	28	51	41	67	75	35	75	8	70	43	29	40	30	23	51	30	51	45.8	
P3			45	67	71	48	41	38	40	63	34	25	43	82	86	30	41	43	73	76	43	76	13	68	60	30	47	48	50	46	39	51	50.5	
P4			61	56	54	53	38	49	40	59	28	26	43	66	92	29	32	50	82	127	43	77	25	84	65	34	41	37	38	36	44	51	52.0	
P5			0	56	35	73	44	51	41	69	21	27	44	56	95	31	21	64	52	159	34	77	26	54	79	37	48	40	52	45	37	51	50.7	
P6			54	56	35	66		58	13	66	22	28	45	44	77		12	64	24	192	25	78	39	46	95		49	59	53	18	30	51	46.6	
P7			47	22	29	61		61		55	15	28		27	52		64		180	0	79	40	38	96		45	65	62	13	30	51	38.7		
P8										55	29	29		52			66		181	10	80	41				66		70	10	36		23.2		
P9										47	30								156		41							58	5	26		12.1		
P10										39									196		42							59	7			12.5		
P11																			210		43											9.5		
P12										32																							1.1	
P13										33																								0.8
P14										25																								0.8
P14										26																								0.9
合計			315	444	433	442	275	383	335	748	229	463	313	535	660	218	229	465	505	1687	253	828	329	523	472	237	409	509	539	409	283	519	466.3	

*1 西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会の資料を参考とした
 *2 P1以前の成長段階は事例によって行-尾が異なるため、便宜上P1を基点に、そのP1のn日前としてP1-nで示した

表4 他機関のP期以降の百万尾当り、1日当りの配合飼料給餌状況*1

成長段階*2	単位 (kg)																																						
	平成9年度事例										10年度事例										11年度事例										12年度事例								
1	0.21	0.16	0.04	0.11	0.15	0.11	0.11	0.19	0.14	0.14	0.06	0.05	0.12	0.12	0.14	0.08	0.07	0.20	0.13	0.19	0.04	0.03	0.14	0.19	0.10	0.25	0.19	0.15	0.30	0.13									
2	0.22	0.16	0.08	0.17	0.18	0.15	0.28	0.22	0.15	0.18	0.12	0.09	0.18	0.21	0.15	0.12	0.10	0.20	0.14	0.20	0.04	0.08	0.18	0.25	0.19	0.23	0.21	0.26	0.34	0.18									
3	0.22	0.19	0.12	0.20	0.20	0.20	0.29	0.24	0.18	0.22	0.16	0.14	0.18	0.23	0.17	0.16	0.15	0.25	0.16	0.24	0.04	0.13	0.21	0.26	0.20	0.28	0.23	0.30	0.35	0.20									
4	0.25	0.28	0.14	0.23	0.28	0.18	0.29	0.27	0.17	0.29	0.19	0.17	0.19	0.26	0.22	0.21	0.15	0.25	0.18	0.24	0.04	0.17	0.25	0.29	0.19	0.27	0.20	0.33	0.33	0.22									
5	0.35	0.34	0.16	0.27	0.30	0.18	0.51	0.30	0.17	0.29	0.23	0.25	0.23	0.29	0.28	0.24	0.17	0.38	0.21	0.25	0.06	0.24	0.26	0.33	0.21	0.32	0.35	0.34	0.33	0.27									
6	0.38	0.34	0.25	0.31	0.33	0.20	0.59	0.33	0.16	0.31	0.26	0.34	0.26	0.36	0.35	0.30	0.40	0.46	0.26	0.31	0.06	0.31	0.29	0.36	0.26	0.72	0.41	0.30	0.33	0.33									
7	0.35	0.34	0.32	0.35	0.41	0.26	0.60	0.37	0.18	0.34	0.33	0.54	0.30	0.43	0.49	0.38	0.39	0.46	0.18	0.35	0.08	0.41	0.33	0.40	0.31	0.85	0.47	0.36	0.41	0.38									
8	0.32	0.34	0.39	0.47	0.47	0.32	0.61	0.40	0.17	0.39	0.38	0.66	0.40	0.47	0.52	0.47	0.29	0.52	0.23	0.41	0.10	0.38	0.44	0.45	0.38	0.85	0.62	0.37	0.45	0.42									
9	0.08	0.44	0.54	0.54	0.53	0.39	1.05	0.43	0.24	0.44	0.39	0.74	0.45	0.54	0.41	0.56	0.37	0.57	0.21	0.48	0.12	0.53	0.49	0.48	0.44	0.96	0.55	0.47	0.50	0.48									
10	0.20	0.54	0.65	0.60	0.60	0.40	1.06	0.49	0.26	0.46	0.37	0.86	0.48	0.57	0.44	0.57	0.39	0.63	0.25	0.52	0.13	0.45	0.55	0.54	0.45	1.07	0.61	0.48	0.54	0.52									
11	0.20	0.48	0.69	0.75	0.64	0.48	1.07	0.51	0.30	0.51	0.42	0.65	0.61	0.64	0.48	0.67	0.31	0.99	0.30	0.59	0.19	0.46	0.66	0.60	0.52	1.22	0.65	0.39	0.58	0.57									
12	0.33	0.51	0.73	0.79	0.68	0.49	1.08	0.56	0.36	0.52	0.48	0.61	0.73	0.72	0.44	0.77	0.22	1.06	0.40	0.66	0.28	0.47	0.78	0.68	0.53	1.42	0.70	0.41	0.63	0.62									
13	0.34	0.55	0.74	0.90	0.75	0.56	1.10	0.67	0.41	0.58	0.54	0.80	0.83	0.79	0.47	0.87	0.26	1.13	0.43	0.70	0.29	0.55	0.95	0.70	0.60	1.42	0.75	0.50	0.71	0.69									
14	0.39	0.60	0.74	1.15	0.82	0.58	1.11	0.75	0.45	0.65	0.58	0.88	0.94	0.81	0.52	0.89	0.33	1.20	0.47	0.77	0.32	0.65	1.07	0.78	0.73	1.42	0.80	0.51	0.80	0.75									
15	0.48	0.68	0.82	1.32	0.90	0.59	1.25	0.83	0.49	0.71	0.64	0.89	1.11	0.89	0.54	0.91	0.33	1.26	0.53	0.85	0.36	0.79	1.08	0.85	0.75	1.69	0.85	0.62	0.84	0.82									
16	0.49	0.79	0.83	1.49	1.00	0.60	1.40	0.89	0.57	0.83	0.72	0.97	1.27	0.62	0.59	1.12	0.37	1.33	0.65	0.96	0.40	0.80	1.29	0.96	0.89	1.69	0.90	0.87	0.95	0.91									
17	0.40	0.86	0.83	1.64	1.11	0.61	1.42	0.81	0.68	0.96	0.82	0.79	1.43	0.93	0.62	1.15	0.40	1.58	0.74	1.07	0.45	0.81	1.45	1.06	0.91	1.69	0.96	1.06	1.10	0.98									
18	0.62	0.92	0.84	1.81	1.14	0.70	1.66	0.89	0.87	1.04	0.90	0.98	1.56	1.00	0.66	1.18	0.54	1.65	0.91	1.15	0.50	0.90	1.58	1.18	1.19	1.42	1.09	1.19	1.19	1.08									
19	0.63	1.01	0.92	1.99	1.26	0.71	1.73	0.97	0.93	1.17	1.01	1.07	1.74	1.11	0.69	1.41	0.69	1.90	1.00	1.26	0.56	0.85	1.71	1.30	1.21	0.85	1.40	1.28	1.28	1.16									
20	0.73	1.13	1.00	2.17	1.32	0.73	1.75	1.05	1.01	1.37	1.15	1.24	2.09	1.21	0.73	1.44	0.78	2.02	1.11	1.42	0.61	1.00	1.84	1.19	1.51	0.85	1.52	1.18	1.41	1.26									
21	0.79	1.37	1.09	2.33	1.43	0.83	1.91	1.09	1.10	1.55	1.42	1.33	2.07	1.32	0.76	1.90	0.81	2.22	1.18	1.61	0.70	1.22	1.97	1.31	1.54	0.85	1.72	1.28	1.52	1.39									
22	0.80	1.37	1.17	2.52	1.55	1.01	1.93	1.14	1.13	1.74	1.45	1.42	2.03	1.43	0.80	1.94	0.75	2.33	1.26	1.80	0.75	1.43	2.17	1.27	1.85	0.93	1.35	1.37	1.61	1.46									
23	0.93	1.56	1.26	2.72	1.61	1.20	2.25	1.21	1.22	1.94	1.68	1.43	2.09	1.54	0.84	2.43	0.79	2.40	1.35	1.82	0.84	1.57	2.24	1.45	1.89	0.93	1.12	1.51	1.73	1.57									
24	0.94	1.38	1.34	2.79	1.44	1.57	2.56	1.39	1.25	2.15	1.71	1.52	2.10	1.65	0.88	2.49	0.85	2.41	1.49	2.02	0.97	1.11	2.48	1.57	2.51	1.05	1.65	1.89	1.68										
25	0.97	1.45	1.43		1.70	1.60	2.59	1.48	1.37	2.40	2.05	1.53		1.78	0.92	3.02	0.85	2.58	1.78	2.23	1.18	1.72	2.79	1.84	2.56	1.08	2.00	2.06	1.81										
26	0.98	1.45	1.52		1.84	2.35	2.00	1.64	1.49		2.09	1.62		1.93	0.79	3.09	1.01	2.69		2.25	1.20	1.81	3.01	1.85	3.23	1.44	2.35	2.23	1.91										
27	0.99	1.69	1.61		1.91	2.40	1.62	2.19		2.44	1.63		2.09	0.83	3.17	1.11	2.82		2.45	1.43	1.95	2.70	2.15	2.82	1.48	2.30	2.40	2.01	2.01										
28	1.08	1.69	1.70		2.05	3.20	1.69	2.37		2.49	1.73		2.26	0.85	4.24		2.92		2.67	1.45	1.96	3.04	2.33	2.88	1.61	2.88	2.41	2.25	2.25										
29	1.09	1.86	1.80		2.20	3.26	1.86	2.62		2.70	1.83		1.93	0.88	4.35		3.28		2.11	1.69	1.23		2.52	2.77	1.65	3.18	2.58	2.26	2.26										
30	1.10	1.86	1.38		2.27	4.11				2.76	1.92		0.90	5.50		3.40			3.01	1.72	1.85		2.61	2.17	2.15	3.44	2.76	2.49	2.49										

*1 西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会の資料を参考とした

*2 成長段階の数字は、*1の「日齢」

表5 志布志事業場のP期以降の配合飼料の給餌基準の変遷

成長 段階	S51~54基準値		S55~59基準値		S60~H6		H7~9		H10~12	
	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)	基準値 (kg)	基準値 (kg)	基準値 (kg)	基準値 (kg)
1	0.25	0.30	0.32	0.32	0.25	0.17	0.17	0.21		
2	0.26	0.31	0.32	0.32	0.25	0.17	0.17	0.26		
3	0.27	0.34	0.34	0.34	0.26	0.28	0.28	0.30		
4	0.28	0.36	0.36	0.36	0.28	0.29	0.29	0.35		
5	0.29	0.36	0.36	0.38	0.3	0.35	0.35	0.40		
6	0.30	0.40	0.38	0.41	0.32	0.34	0.34	0.43		
7	0.31	0.41	0.40	0.44	0.35	0.39	0.39	0.46		
8	0.35	0.44	0.44	0.48	0.39	0.46	0.46	0.50		
9	0.38	0.49	0.47	0.51	0.44	0.43	0.43	0.53		
10	0.42	0.52	0.50	0.57	0.49	0.61	0.61	0.57		
11	0.45	0.57	0.54	0.62	0.53	0.63	0.63	0.62		
12	0.49	0.62	0.59	0.67	0.59	0.58	0.58	0.68		
13	0.54	0.68	0.64	0.72	0.64	0.59	0.59	0.75		
14	0.61	0.75	0.68	0.77	0.69	0.66	0.66	0.81		
15	0.68	0.84	0.73	0.83	0.75	0.81	0.81	0.88		
16	0.77	0.92	0.78	0.89	0.81	0.81	0.81	0.96		
17	0.85	1.02	0.84	0.94	0.85	0.88	0.88	1.03		
18	0.85	1.14	0.88	1.00	0.91	1.00	1.00	1.11		
19	1.07	1.26	0.93	1.06	0.97	1.01	1.01	1.20		
20	1.19	1.40	0.98	1.11	1.03	1.22	1.22	1.29		
21	1.35		1.03	1.18	1.09	1.24	1.24	1.40		
22	1.50		1.08	1.24	1.16	1.41	1.41	1.51		
23	1.65		1.13	1.30	1.21	1.38	1.38	1.63		
24	1.87		1.19	1.36	1.28	1.51	1.51	1.76		
25	2.08		1.24	1.43	1.34	1.64	1.64	1.68		
26			1.4	1.63	1.4	1.63	1.77			
27			1.46	1.92	1.46	1.92	1.87			
28			1.52	1.97	1.52	1.97	1.97			
29			1.58	2.18	1.58	2.18	2.08			
30			1.64							

100万尾当りの1日の給餌量
成長段階の数字はポストラバ日齢

表6 志布志事業場のP期以降の生餌の給餌基準の変遷

成長 段階	S51~54		S55~59		S60~H6	
	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)	低水温期 (kg)	高水温期 (kg)
1	1.50	1.80	0.50	2.40	0.50	2.40
2	1.53	1.89	0.50	2.40	0.50	2.40
3	1.65	2.06	0.50	2.52	0.50	2.57
4	1.69	2.16	0.50	2.57	0.50	2.78
5	1.72	0.72	0.50	2.76	0.50	3.00
6	0.60	0.79	0.50	3.00	0.50	3.46
7	0.62	0.82	0.50	3.36	0.50	3.91
8	0.69	0.89	0.50	3.84	0.50	4.42
9	0.76	0.97	0.50	4.25	0.50	5.09
10	0.84	1.04	0.50	4.80	0.50	5.80
11	0.90	1.14	0.50	5.38	0.50	6.48
12	0.98	1.24	0.50	6.05	0.50	7.24
13	1.07	1.36	0.50	6.72	0.50	8.01
14	1.22	1.50	0.50	7.37	0.50	8.68
15	1.36	1.68	0.50	8.06	0.50	9.56
16	1.53	1.85	0.50	8.81	0.50	10.42
17	1.70	2.05	0.50	9.48	0.50	11.08
18	1.71	2.28	0.50	10.25	0.50	11.96
19	2.15	2.52	0.50	10.92	0.50	12.82
20	2.38	2.80	0.50	11.69	0.50	13.58
21	2.70	12.96	0.50	12.41	0.50	14.54
22	3.00	14.41	0.50	13.15	0.50	15.46
23	3.29	15.81	0.50	13.85	0.50	16.28
24	3.74	17.95	0.50	14.66	0.50	17.24
25	4.17	20.00	0.50	15.36	0.50	18.14
26						20.16
27						21.02
28						21.89
29						22.75
30						23.62

原料重量として、100万尾当りの1日の給餌量
成長段階の数字はポストラバ日齢
S60~H6では低水温期、高水温期の区別はしなかった

表7 志布志事業場におけるアルテミアを使用しなかった飼育事例のデータ

月日*1	生残尾数 (万尾)	平均体重 (mg)	水温 (°C)	pH	珪藻			給餌量			換水状況			備考		
					水槽内 密度 (万尾/ml)	密度 (万尾/ml)	実量 (kg)	醤油 粕 (kg)	パン 酵母 (kg)	ワムシ (徳个体)	配合 飼料 (kg)	水量 (kg)	排水 (kg)		注水 (kg)	流水 (kg)
8.30															100	親工ビ収容
8.31	E, N		25.8	8.22											100	
9.1	N, E		27.3	8.21											100	
9.2	Z1, N	670	27.5	8.29		4.2		4	50	2	0.45				150	46
9.3	Z1, 2	245	27.5	8.60		4.1				1	0.75				172	5
9.4	Z1, 2	288	27.4	8.59		4.3				1	0.85				178	
9.5	Z1, 2, 3	295	26.0	8.52		3.9					0.75				178	
9.6	Z, M	267	26.0	8.50		1.1					0.75				178	
9.7	M1, 2	237	26.6	8.45		0.9					0.50				180	40
9.8	M2, 3	282	27.3	8.42		1.5					0.34				170	40
9.9	M, P1	284	27.0	8.35		0.6					0.42				170	50
9.10	P1		27.5	8.52		1.5					0.50				170	40
9.11	P2		26.1	8.52		1.0					0.20				160	台風のため換水不能
9.12	P3		25.3	8.53							0.22				168	台風のため換水不能
9.13	P4	1.9	25.2	8.41		0.2					0.30				168	台風のため換水不能
9.14	P5		25.1	8.40							0.60				168	台風のため換水不能
9.15	P6		26.3	8.49							0.65				168	118
9.16	P7	1.9	24.8	8.28							0.75				170	119
9.17	P8		25.0	8.24							1.00				170	119
9.18	P9		25.2	8.28							1.13				170	119
9.19	P10	3.3	24.9	8.25							1.25				170	119
9.20	P11		26.0	8.20							1.38				170	119
9.21	P12										1.50				170	119
9.22	P13	235	4.2								1.63				170	170
9.23	P14										1.75				170	170
9.24	P15										1.88				170	
9.25	P16		4.7								2.60				170	
9.26	P17		22.6	8.20							2.13				170	170
9.27	P18		22.8	8.20							2.25				170	170
9.28	P19		4.8	22.3	8.15						2.38				170	493
9.29	P20		23.5	8.20							2.50				170	
9.30	P21		23.4	8.19											170	
10.1	P22		6.5	23.3	8.20						1.70				170	
10.2	P23		23.0	8.12							1.90				170	
10.3	P24		22.5	8.00							1.90				170	272
10.4	P25		9.7	22.3	8.19						2.00				170	
10.5	P26	175	9.9	22.0	8.19						1.00				170	

*1 飼育は昭和51年8月31日～10月5日

*2 E, 卵; N, ノーリス; Z, ヲイワ; M, ミシ(数字は齢期); P, ポイストラハ(数字は日齢)

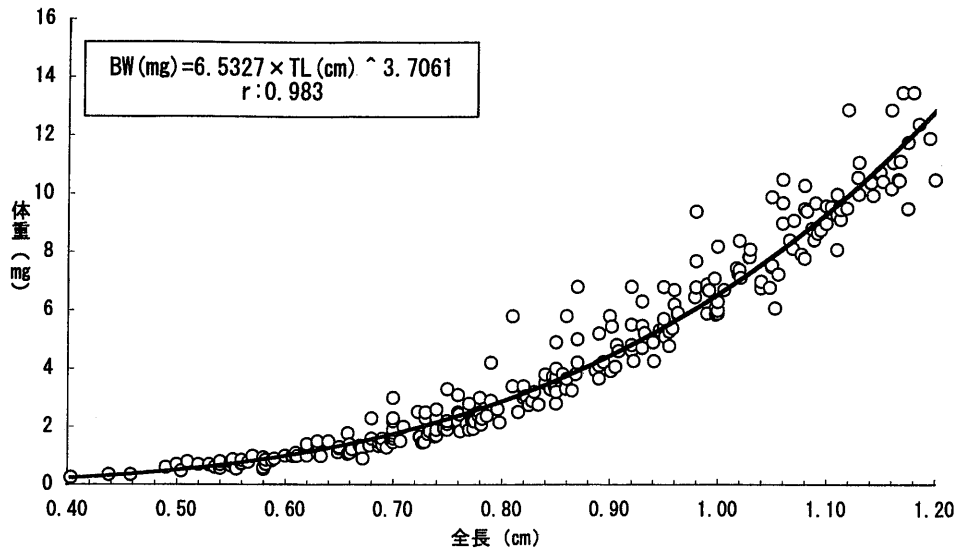


図3 ポストラーバの全長と体重の関係 (全長範囲: 0.4~1.2cm)

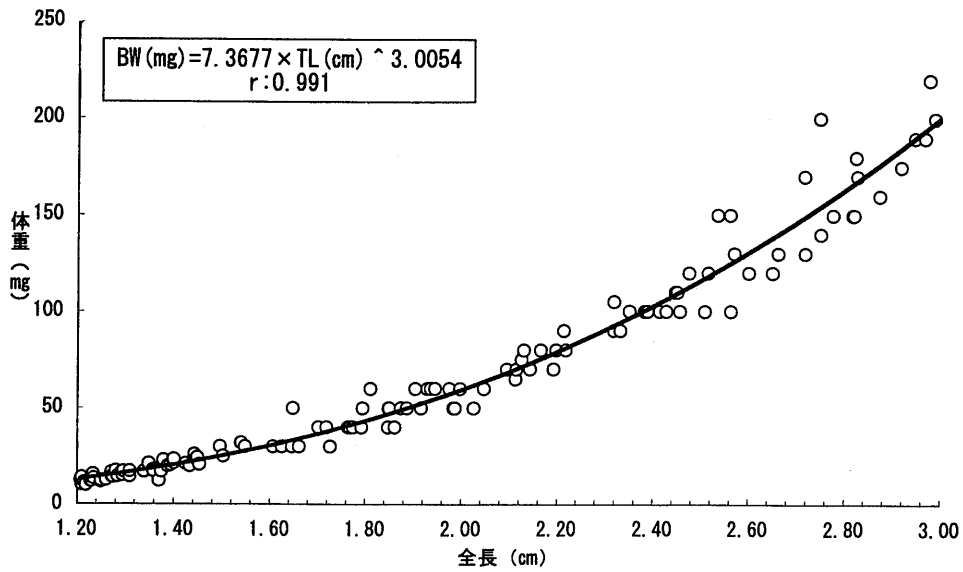


図4 ポストラーバの全長と体重の関係 (全長範囲: 1.2~3.0cm)

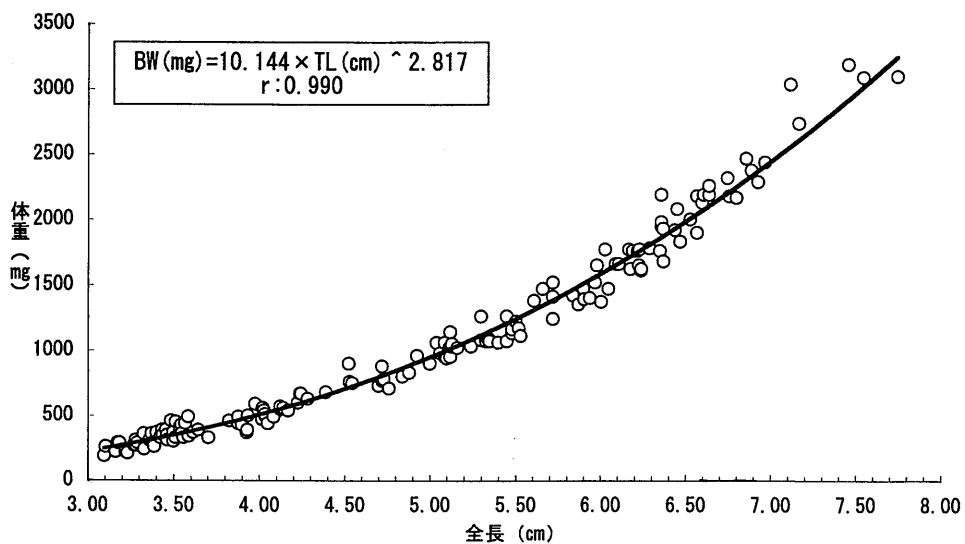


図5 ポストラーバの全長と体重の関係 (全長範囲: 3.0~8.0cm)

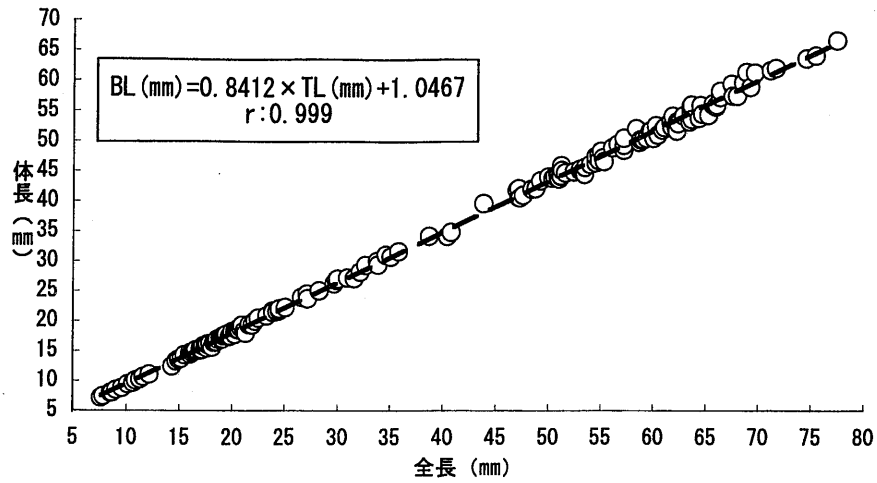


図6 ポストラーバの全長と体長の関係 (全長範囲: 0.76~7.75cm)

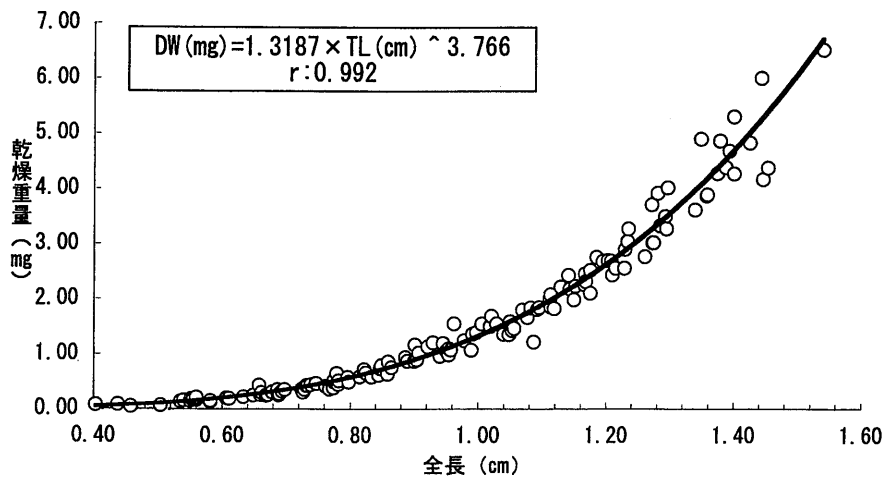


図7 ポストラーバの全長と乾燥重量の関係 (與世田未発表) (全長範囲: 0.40~1.54cm)

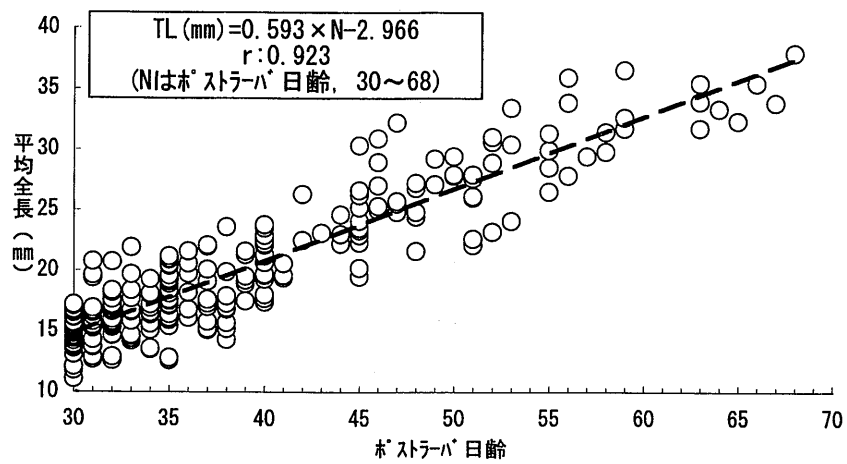


図8 P30以降の稚エビの成長

表8 志布志事業場におけるポストラバの平均的成長

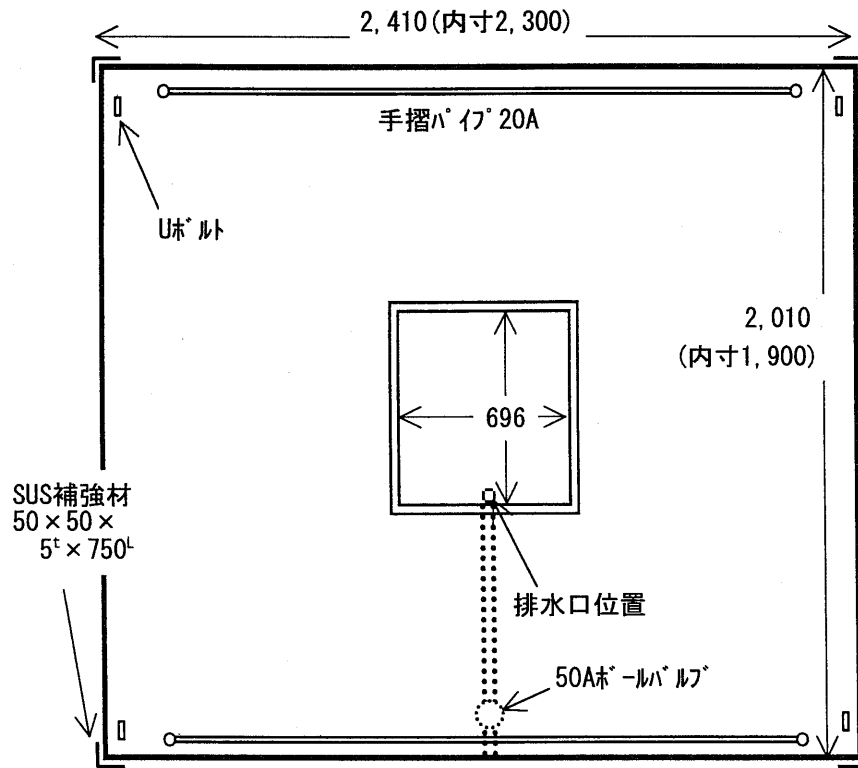
成長段階	TL mm	BL mm	BW mg	DW mg
1	5.4		0.68	0.13
2	5.8		0.86	0.17
3	6.2		1.08	0.21
4	6.5		1.33	0.26
5	6.9		1.63	0.32
6	7.1	7.0	1.83	0.36
7	7.3	7.2	2.05	0.41
8	7.5	7.4	2.28	0.45
9	7.7	7.6	2.54	0.50
10	8.0	7.7	2.81	0.56
11	8.3	8.0	3.28	0.65
12	8.6	8.3	3.79	0.76
13	9.0	8.6	4.36	0.88
14	9.3	8.9	5.00	1.00
15	9.6	9.2	5.69	1.15
16	10.0	9.4	6.45	1.30
17	10.3	9.7	7.27	1.47
18	10.6	10.0	8.17	1.66
19	11.0	10.3	9.15	1.86
20	11.3	10.5	10.2	2.08
21	11.6	10.8	11.4	2.33
22	12.0	11.1	12.8	2.60
23	12.3	11.4	13.8	2.90
24	12.7	11.7	15.0	3.22
25	13.0	12.0	16.3	3.57
26	13.4	12.3	17.7	3.94
27	13.7	12.6	19.1	4.34
28	14.1	12.9	20.6	4.78
29	14.4	13.2	22.1	5.24
30	15.2	13.9	26.2	6.46
31	15.4	14.0	27.1	6.73
32	16.0	14.5	30.3	
33	16.6	15.0	33.8	
34	17.2	15.5	37.6	
35	17.8	16.0	41.6	
36	18.4	16.5	45.9	
37	19.0	17.0	50.5	
38	19.6	17.5	55.4	
39	20.2	18.0	60.6	
40	20.8	18.5	66.1	
41	21.3	19.0	72.0	
42	21.9	19.5	78.1	
43	22.5	20.0	84.7	
44	23.1	20.5	91.5	
45	23.7	21.0	98.8	
46	24.3	21.5	106.4	
47	24.9	22.0	114.4	
48	25.5	22.5	122.8	
49	26.1	23.0	131.5	
50	26.7	23.5	140.7	
51	27.3	24.0	150.3	
52	27.9	24.5	160.4	
53	28.5	25.0	170.9	
54	29.1	25.5	181.8	
55	29.6	26.0	193.2	
56	30.2	26.5	205.0	
57	30.8	27.0	217.3	
58	31.4	27.5	255.4	
59	32.0	28.0	269.2	
60	32.6	28.5	283.4	

成長段階の数字はポストラバ日齢
 TL:全長 BL:体長
 BW:体重 DW:乾燥重量

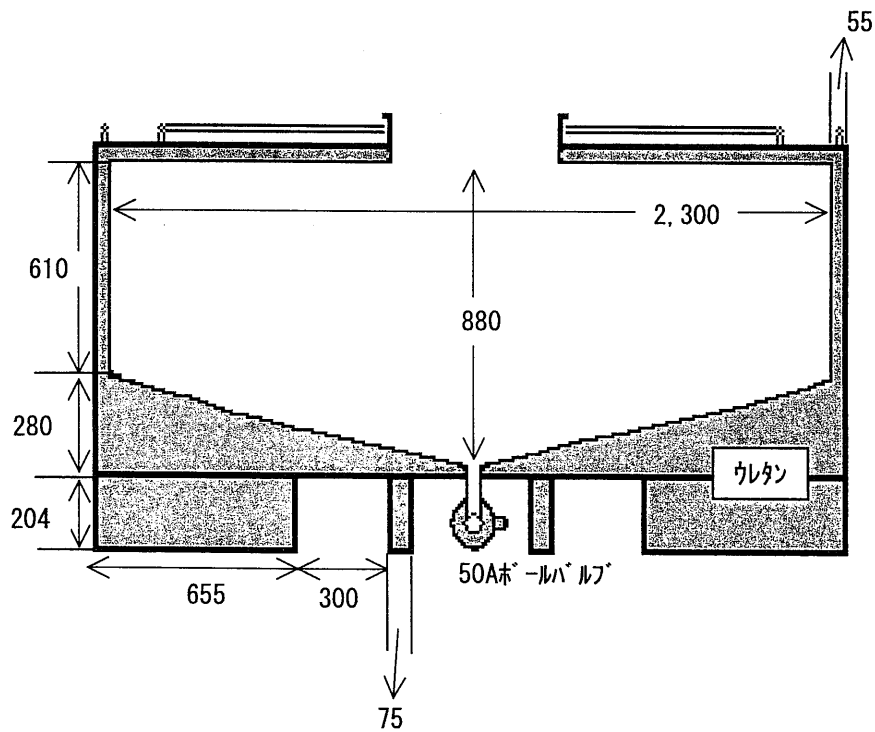
表9 取り揚げ時の全長と水切り重量1kg当りの尾数

全長 (mm)	推定尾数 (尾/kg)	含水率 (%)	全長 (mm)	推定尾数 (尾/kg)	含水率 (%)
7.5	272,623	63	19.0	15,262	29
8.0	217,700	61	19.5	14,415	27
8.5	176,229	59	20.0	13,635	24
9.0	144,393	57	20.5	12,914	22
9.5	119,589	55	21.0	11,787	24
10.0	100,009	53	21.5	11,069	23
10.5	84,368	51	22.0	10,410	22
11.0	71,738	50	22.5	9,804	21
11.5	61,440	48	23.0	9,245	20
12.0	52,969	47	23.5	8,729	19
12.5	45,943	51	24.0	8,252	18
13.0	40,072	54	24.5	7,810	18
13.5	35,132	57	25.0	7,400	17
14.0	30,949	60	25.5	7,019	16
14.5	27,646	61	26.0	6,665	15
15.0	25,661	56	26.5	6,334	15
15.5	23,877	52	27.0	6,026	14
16.0	22,267	48	27.5	5,738	13
16.5	20,811	45	28.0	5,468	12
17.0	19,489	41	28.5	5,216	12
17.5	18,286	38	29.0	4,979	11
18.0	17,188	35	29.5	4,757	10
18.5	16,183	32	30.0	4,549	10

種苗取り揚げ時の軽く水を切った重量1kg当りの尾数
 含水率は水切り重量に含まれる水の割合



上面図



側面図

図9 3kl角型種苗輸送用FRP水槽の模式図(単位:mm)

表10 活魚船による種苗輸送事例の概要 (昭和57~63年度)

サイズ		輸送密度		輸送水温		輸送時間
平均 全長	平均 体重	尾数	重量*			
(mm)	(mg)	(万尾/kℓ)	(kg/kℓ)	(°C)		(h)
12.0	12.8	10.0	1.3	20.4	~ 23.7	38
12.0	12.8	10.0	1.3	20.4	~ 23.7	51
12.0	12.8	20.0	2.6	20.4	~ 23.7	30
12.0	12.8	20.0	2.6	20.4	~ 23.7	33
12.2	13.4	14.7	2.0	23.6	~ 25.7	50
12.2	13.4	22.2	3.0	23.6	~ 25.7	40
12.2	13.4	25.0	3.3	23.6	~ 25.7	47
12.2	13.4	27.8	3.7	23.6	~ 25.7	26
13.6	18.6	16.7	3.1	~		32
13.6	18.6	16.7	3.1	~		36
13.6	18.6	27.8	5.2	~		26
13.0	16.2	8.0	1.3	26.1	~ 28.6	50
13.0	16.2	16.1	2.6	26.1	~ 28.6	27
13.0	16.2	16.1	2.6	26.1	~ 28.6	30
13.0	16.2	16.1	2.6	26.1	~ 28.6	32
13.0	16.2	16.1	2.6	26.1	~ 28.6	37
16.5	33.2	8.3	2.8	27.2	~ 25.8	25
16.5	33.2	12.9	4.3	27.2	~ 25.8	31
13.2	17.0	4.0	0.7	25.8	~ 26.1	35
13.2	17.0	6.0	1.0	25.8	~ 26.1	30
13.2	17.0	6.0	1.0	25.8	~ 26.1	32
13.2	17.0	6.0	1.0	25.8	~ 26.1	40
14.1	20.7	16.7	3.4	19.0	~ 22.0	41
14.1	20.7	16.7	3.4	18.3	~ 22.0	58
14.1	20.7	25.0	5.2	21.0	~ 22.0	34
14.1	20.7	25.0	5.2	19.0	~ 22.0	38
13.5	18.2	12.5	2.3	26.5	~ 27.2	40
13.5	18.2	20.0	3.6	26.5	~ 27.2	33
13.5	18.2	20.0	3.6	26.5	~ 27.2	36
14.1	20.7	18.0	3.7	23.8	~ 27.5	46
14.1	20.7	30.0	6.2	22.3	~ 26.7	31
14.1	20.7	30.0	6.2	23.3	~ 27.2	38
14.1	20.7	30.0	6.2	23.8	~ 27.5	41
15.4	27.0	16.3	4.4	24.0	~ 26.5	38
15.4	27.0	16.3	4.4	24.0	~ 26.5	41
15.4	27.0	16.3	4.4	24.0	~ 26.5	34
15.4	27.0	16.4	4.4	24.0	~ 26.5	59
15.5	27.5	20.0	5.5	23.6	~ 21.5	34
15.5	27.5	20.0	5.5	23.6	~ 21.5	39
15.5	27.5	20.0	5.5	23.6	~ 21.5	43

* 取り揚げ時の水切り重量ではなく体重を平均全長より推定して計算した種苗の実重量

表11 トラックによる種苗輸送事例の概要*1 (平成9~12年度)

輸送 時間	サイズ		輸送密度		輸送水温		輸送 時間 (h)
	平均 全長 (mm)	平均 体重 (mg)	尾数 (万尾/kℓ)	重量*2 (kg/kℓ)	(°C)		
1 時間 以内	14.1	20.7	22.4	4.6	24.7		0.4
	16.8	35.0	17.7	6.2	22.3	~ 24.0	0.5
	17.2	37.6	10.8	4.1	23.6		0.3
	20.1	60.1	8.5	5.1	22.5	~ 22.8	0.5
	24.8	112.9	7.5	8.4	23.9	~ 25.8	0.5
	25.7	125.7	8.0	10.0	25.5		0.7
	31.0	245.7	3.7	9.0	24.9	~ 26.5	0.5
	31.7	261.6	2.9	7.7	24.1		0.5
	35.8	368.8	3.2	11.9	25.5	~ 25.5	0.6
	15.2	25.9	18.4	4.8	20.7	~ 20.5	2
18.1	43.8	9.7	4.2	24.6	~ 24.0	2	
15.1	25.4	24.2	6.2	20.5	~ 20.0	4	
17.0	36.3	11.1	4.0	20.7	~ 20.0	4	
19.7	56.5	12.3	6.9	24.8	~ 26.0	4	
18.1	43.8	22.4	9.8	22.8	~ 22.9	4	
18.6	47.6	14.8	7.1	22.4	~ 23.0	2	
21.3	71.5	10.6	7.6	23.1	~ 25.0	4	
29.2	184.5	4.7	8.7	22.7		3	
29.4	188.3	5.2	9.8	23.7		3	
27.9	160.9	4.3	7.0	23.7	~ 23.7	4	
40.3	514.5	1.5	7.8	23.9		3	
12.6	14.8	15.1	2.2	20.5	~ 18.8	12	
14.6	23.0	18.0	4.1	24.3	~ 23.0	16	
16.1	30.8	16.6	5.1	21.1	~ 21.9	12	
19.3	53.2	9.4	5.0	22.9	~ 26.0	13	
18.7	48.3	11.5	5.6	24.7		13	
18.0	43.2	8.4	3.6	24.0		15	
19.6	55.7	13.2	7.4	22.4	~ 21.0	12	
18.1	43.8	21.9	9.6	23.1		14	
18.4	46.0	10.2	4.7	20.0	~ 19.0	17	
20.4	62.8	8.4	5.3	21.0	~ 20.2	13	
20.6	64.7	8.4	5.4	20.8	~ 20.6	13	
20.6	64.7	10.3	6.6	22.9	~ 24.9	12	
23.1	91.2	5.3	4.9	21.9		13	
24.6	110.2	5.6	6.2	23.9	~ 23.0	15	
31.8	264.0	3.2	8.5	19.5		14	
26.6	139.4	4.2	5.8	24.0		15	
27.8	159.2	4.6	7.3	23.8	~ 26.8	17	
30.4	232.5	2.9	6.8	25.5		14	
29.3	186.4	3.1	5.7	22.4		12	
32.3	275.8	2.1	5.9	24.2	~ 22.0	16	
32.3	275.8	2.1	5.8	24.2		18	

*1 PAV対策以後の事例のみを示した

*2 取り揚げ時の水切り重量ではなく体重を平均全長より推定して計算した種苗の実重量

表12 クルマエビ飼育マニュアル

作業項目										課題		
<p>・設備の点検、設置、補修（ボイラー、遮光幕、排水ネット、自動給餌器、通気パイプなど）</p> <p>・水槽や容器、用具の消毒</p> <p>水槽：次亜塩素酸ナトリウム、有効濃度60ppm（消毒後の中和はチオ硫酸ナトリウム80ppm程度を添加するが状況に応じて量は調整）</p> <p>飼育用具：塩化ベンザルコニウム0.5～1g/ℓ</p> <p>・各水槽出入りに踏み込み消毒槽とリンス槽設置（容器は20～30ℓバット、水量10ℓ程度、塩化ベンザルコニウム1g/ℓ、週に1,2回交換）</p>												
<p>・親エビ入手と採卵（詳細は本文を参照、多くは2～4回の連続入手、作業が2～4日連続する）</p> <p>親エビ入手（PCR検査ロットと産卵水槽の数を減らしたい時は生検法による選別）</p> <p>0.5ℓに10尾程度ずつ収容（止水通気、早期は加温して23℃以上を維持）</p> <p>翌朝、卵回収作業とPCR検査同時進行（検査対象には産卵した親エビのほか産卵したかどうか疑わしいものも含む）</p> <p>卵の収容（陰性判定群のみ、陽性判定を含む群は次亜塩素酸ナトリウム200ppm程度で滅菌）</p>										天然親エビ依存からの脱却	採卵率の検討	垂直感染性疾患に対する予防対策の向上（省力・省コスト化を含む）
飼育日数(日)	ステージ	100万尾の全長(mm)	100万尾の総重量(kg)	生残率(%)	給餌量(100万尾当りで標記した)			換水		排水ネット目合い(mm)	残された課題	疾病等の発生
					トラセリス	アフリカノブリス(億/日)	配合飼料	換水率	換水			
							配合飼料	換水率	換水			
							規格	換水率	換水			
							粒径(mm)	換水率	換水			
1	E										ふ化率向上	
2	N			100								
3	N											
4	Z			95								
5	Z											
6	Z											
7	Z											
8	Z											
9	M			80								
10	M											
11	M											
12	P1	5.4	0.7	75								
13	P2	5.8	0.9									
14	P3	6.2	1.1									
15	P4	6.5	1.3									
16	P5	6.9	1.6									
17	P6	7.1	1.8									
18	P7	7.3	2.0									
19	P8	7.5	2.3									
20	P9	7.7	2.5									
21	P10	8.0	2.8									
22	P11	8.3	3.3									
23	P12	8.6	3.8									
24	P13	9.0	4.4									
25	P14	9.3	5.0									
26	P15	9.6	5.7									
27	P16	10.0	6.4									
28	P17	10.3	7.3									
29	P18	10.6	8.2									
30	P19	11.0	9.1									
31	P20	11.3	10.2									
32	P21	11.6	11.4									
33	P22	12.0	12.8									
34	P23	12.3	13.8									
35	P24	12.7	15.0									
36	P25	13.0	16.3									
37	P26	13.4	17.7									
38	P27	13.7	19.1									
39	P28	14.1	20.6									
40	P29	14.4	22.1									
41	P30	15.2	26.2	50								

備考1 全行程で用水は紫外線殺菌砂ろ過海水を使用

備考2 配合飼料の1～3割はビタミン強化配合飼料を使用

表13 志布志事業場職員一覧

年度	場長		職員				研修生等
S41			和田龍夫				
S42	平田八郎		和田龍夫	渡辺 税	森 保樹		
S43	平田八郎		和田龍夫	呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹	
S44	平田八郎		和田龍夫	呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹	
S45	平田八郎	中西照美	呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹		
S46	中西照美		呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹		
S47	中西照美		呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹		
S48	中西照美		呉羽尚寿	渡辺 税	森 保樹	西 明文	
S49	中西照美		渡辺 税	森 保樹	西 明文	末広 要	
S50	中西照美		渡辺 税	森 保樹	西 明文	末広 要	
S51	中西照美		渡辺 税	森 保樹	西 明文	末広 要	
S52	中西照美		渡辺 税	森 保樹	西 明文	末広 要	
S53	中西照美		山崎哲男	渡辺 税	西 明文	藤田 実	
S54	中西照美		山崎哲男	渡辺 税	西 明文	藤田 実	
S55	中西照美		山崎哲男	渡辺 税	西 明文	藤田 実	
S56	中西照美	山崎哲男	渡辺 税	西 明文	藤田 実	藤本 宏	加治俊二
S57	山崎哲男		小林 孝	藤田 実	西 明文	加治俊二	
S58	山崎哲男		小林 孝	藤田 実	西 明文	加治俊二	
S59	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	芦立昌一	加治俊二	本藤 靖
S60	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	芦立昌一	加治俊二	
S61	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	芦立昌一	浅見公雄	
S62	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	芦立昌一	浅見公雄	
S63	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	芦立昌一	浅見公雄	
H1	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	浅見公雄	村上直人	
H2	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	浅見公雄	村上直人	
H3	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	浅見公雄	村上直人	
H4	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	浅見公雄	村上直人	
H5	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	浅見公雄	村上直人	
H6	山崎哲男		佐藤 博	芦立昌一	與世田兼三	村上直人	
H7	山崎哲男		佐藤 博	西 明文	與世田兼三	浜田和久	
H8	今泉圭之輔		佐藤 博	西 明文	與世田兼三	浜田和久	
H9	今泉圭之輔		加治俊二	西 明文	浜田和久	佐藤 純	岩本 浩
H10	今泉圭之輔		加治俊二	西 明文	浜田和久	佐藤 純	岩本 浩
H11	今泉圭之輔		加治俊二	西 明文	浜田和久	佐藤 純	
H12	今泉圭之輔		加治俊二	西 明文	浜田和久	佐藤 純	

栽培漁業技術シリーズ No. 9

クルマエビ種苗生産技術
～(社)日本栽培漁業協会志布志事業場での取り組み～

平成15年3月25日発行

発行 社団法人 日本栽培漁業協会
〒101-0047 東京都千代田区内神田3-14-8
ニシザワビル5階
電話 (03) 5296-3181(代)

印刷所 日昇印刷株式会社
〒104-0043 東京都中央区湊1-14-14
電話 (03) 3553-3161(代)