

## [学術資料]

## イワムシの種苗生産と養殖技術開発

前 田 芳 彦・富 永 修

## I) まえがき

イワムシ (*Marphysa sanguinea*) はホンムシ、イワイソメとも言われ分類学上は環物動物門、多毛綱、遊在目、イソメ科に属する。体は頭部、胸部、腹部に大別され多くの体節からなり、成虫は体長15-20cm、体節数300-350節、体重10-15gに達する。本種は雌雄異体で有性生殖し、繁殖期には体腔内が雌では濃緑色、雄では白色化するため性判別は容易である。イワムシは釣り餌としての評価が高く、生えさ全盛期には年間400-500トン近い需要があり、専業採捕業者から天然イワムシが大量に供給されたが、近年は輸入品の増大、需要の低迷、採捕コストの高騰で供給は期待できなくなっている。

イワムシの種苗生産、成長、摂餌に関しては、今井の一連の研究（今井1972, 1975, 1981, 1982）があり、稚仔がプロトロコファラ期、メタトロコファラ期、ネクトキータ期を経て遊泳、沈着、棲息管形成期へと成長することが知られている。しかしながら、イワムシ養殖に関しては神奈川水産試験場と千葉県水産試験場において形態、生態、飼育について小規模な試験が行われたものの、事業化までを目指した大規模な養殖例はなく、底質改善や改良への応用を視野に入れた技術開発は試みられてこなかった。

著者らは1987年から1995年の8年間にわたりイワムシの安定した量産をめざして、種苗生産ならびに養殖技術開発に関する試験を進めてきた。本報告ではイワムシの親虫養成から種苗生産および干潟域での粗放養殖に関して事業化のための基礎的な技術を開発することができたので、その成果を紹介する。

## II) 養殖試験の期間と施設

量産試験は、山口県吉敷郡秋穂町（現、山口市秋穂）のえび養殖場の屋内および屋外（ハウス、イワムシ養成池、えび養殖池）施設を利用して親虫養成から稚仔、稚虫、成虫の飼育を、また秋穂湾内（山口）干潟で稚虫移放、定着、給餌方法に関わる飼育試験を実施した（表1）。試験初期（1987-89年）は、木槽（90×180×45cm、砂層20-25cm、水深10-15cm）、FRP樹脂水

---

受付日 2007.11.1

受理日 2007.12.17

所 属 福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科

表 1 養殖試験の期間と試験項目

試験期間	試験項目
昭和62年（1987）－平成元年（1989）	親虫養成、稚虫飼育
平成元年（1989）－平成5年（1993）	成虫飼育
平成6年（1994）－平成7年（1995）	干潟試験

槽（表面積2-3 m<sup>2</sup>、砂層30-40cm、水深5-10cm）の比較的小規模な水槽を用いて、主に屋内施設で親虫の養成と幼生飼育および稚虫飼育をおこなった。しかし、種苗の量産化に伴い、成虫養成に関しては屋外のハウス（コンクリート水槽、表面積80-240 m<sup>2</sup>）を用いるようになり、えび養殖池およびその排水路も用いた（図1）。1994年以降、後期中間育成（稚虫）は砂泥質のえび養殖池（1000-2000 m<sup>2</sup>）と秋穂湾の干潟（10000-20000 m<sup>2</sup>）に直接移放して海面粗放養殖を行った。

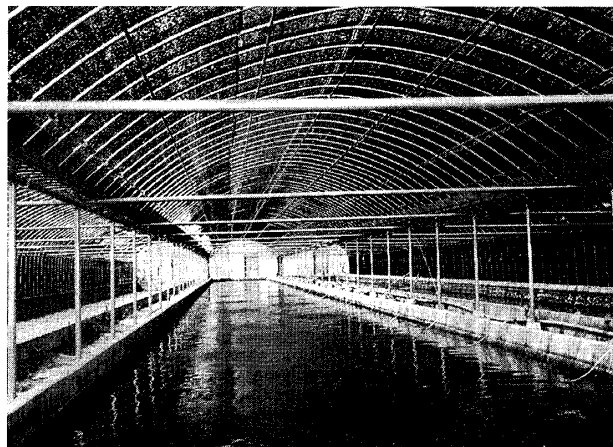


図1 屋外ハウスでの成虫養成水槽

### Ⅲ）親虫養成試験

#### 1）親虫の選別

親虫養成に用いた水槽は表面積1.5-1.6 m<sup>2</sup>（90×180×45 cm）、砂層20-25cm、水深10-15cmで、沈殿槽で簡易濾過した海水を養成水槽の上部から注入し、砂層（砂礫と3-4 mm径の硬質粗砂を20-25cmの厚さに敷いた）に埋設した暗渠パイプを通して下部から排水した。水位および排水の調整は暗渠パイプに直結した槽外パイプで行った。（図2）

実験に用いた親虫は、初秋に専業採捕業者から購入した未成熟なイワムシ（2-3 g）を屋内水槽で8-10ヶ月間（8月-4月）飼育して、4-6 gに養成したもの（天然虫）を用いた。また、4月上旬から下旬（水温15-18℃）には、購入した虫とは別に屋外水槽および養殖池で飼育中に成熟した個体も親虫候補（飼育虫）として用いた。産卵用の親虫には損傷のない健全な個体を選び、天然虫では5-8 g

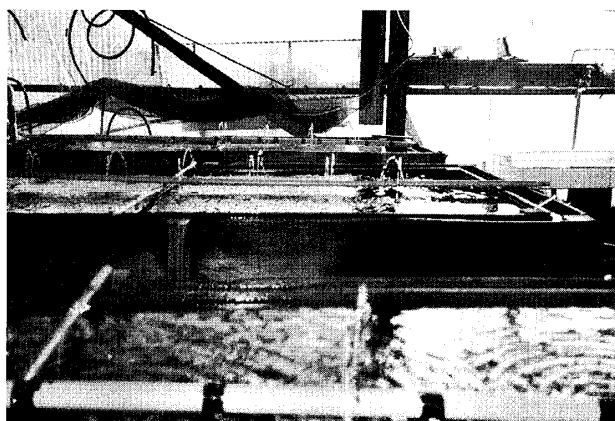


図2 屋内での親虫養成水槽

## イワムシの種苗生産と養殖技術開発

(体長10-15 cm)、飼育虫では1-2年の2-3g(体長8-10cm)の個体を基準とした。選別後、直ぐに養成水槽に収容せず、1-2日間水槽に仮収容して、傷がなく、収容後30分以内に潜床した潜砂力の強い虫を再選別して親虫として用いた。

イワムシは光および音に敏感なことから、親虫養成水槽は低照度で静かな場所に設置し、飼育密度を180-200尾/m<sup>2</sup>に調整した。また、1日に5-6回転の注水を行った。低水温期や産卵期の夜間は止水にすることが多かったが、注水量の減少による問題は生じなかった。一方、高水温期は外海から採取している海水中に混入物が多くなり、砂層の目詰まりによる水位の上昇がみられた。そのため、月に2回程度、2-3時間の干し上げを行い、堆積した残餌・混入残さ物を除去した。この作業は、乾燥により表層の残さ除去を容易にするだけでなく、床の酸素補給、放精刺激に対しても有効であった。

水温が8℃以下になる12月中旬になると、イワムシは摂餌が停止したが、10-13℃に上昇する3月上旬には再び摂餌活動がみられた。イワムシの餌料としては、生鮮および冷凍魚介類を与えたが、特に貝類(イガイ、アサリ)に対しては、給餌後すぐに巣穴から出てきて選択的に摂餌した。生物餌料になれた後に配合飼料(成えび用配合飼料)も給餌した。給餌量は収容体重の4-5%に設定し、原則として夕刻(16-19時)に1回、巣穴および水槽側壁周辺に投与した。

## 2) 放精・受精・孵化

生殖腺の成熟は水温13-15℃で進行し、15-18℃(4月中旬-下旬)になると放精が始まった。乳白色の精子を雲状に放精するので、容易に放精時期を確認できた。この時期に棲管内で産卵と孵化がおこり、放精後7-10日で孵化幼生が棲管から放出された。しかし、放精数が多い場合でも放出幼生が必ずしも多いとは限らなかった。幼生の放出後は尾部を巣穴から出し管内を掃除する行動が見られたことから、この行動を放出完了の指標とした。幼生放出の盛期は5月上旬-7月上旬(22-26℃)であったが、水温降下期(10月中旬-11月上旬)にも放精、幼生放出が見られることがあった。ただし、その量は春の5%以下と極めて少なかった。試験1年目の産卵1回当たりの幼生放出量を容積密度法(飼育水100ml中の幼生数の5回平均)で調べたところ1万尾程度と少なかったが、成長するにつれて放出量は2-3万尾と増加した。

抱卵数は成熟した2-3年目の親で1尾当たり10-15万粒と推定され、卵の発達に伴い3-4回に分けて産卵した。産卵は昼夜に関係なくおこるため、産卵期の夜間は水を止めて乾出し、翌朝(日の出前3-4時)に注水を再開した。砂床の干し上げをすることによって、午前中の放出が多くなった。特に、日の出前後の朝5-8時頃にかけての放出が多かった。産出幼生は趨光性が強いいため、水面に帯状に凝集した。そのため、幼生の確認が容易でピーカーで容易に採集することができた。平均幼生放出量は天然親虫の方が多かったが量的な変動が大きく、飼育親虫の方が安定していた。

### 3) 親虫の寿命

親虫の寿命は4-5年で、1年目は放出幼生量が少ないものの、2-3年目からは増加した。しかし、長期にわたり高密度で収容した屋内養成水槽では3-4年で親虫の幼生放出量が低下し始めた。そのため屋内養成したものは早目に若齢の個体と交換するようにした。

## IV) 稚虫生産

幼生が着底して自力で摂餌が可能となるまでを前期中間育成、その後疣足数が20-30対となり、自力潜砂ができるようになるまでを後期中間育成として、2期に区別して稚虫生産をおこなった。後期中間育成は2-3ヶ月と育成期間が長く管理上の問題も多いが、えび養殖池や干潟への移放も可能になることから、前後期を区別して飼育することは非常に有効であった。

### 1) 前期中間育成

屋内水槽で2-3週間、小型のプラスチック容器（表面積0.5-1.0m<sup>2</sup>、水深20-25cm）を使用して飼育した。（図3）飼育には濾過海水を使用した。さらに水槽の注水口に簡易濾過器を設置して2重濾過により無脊椎動物幼生の混入を防いだ。また、捕食者からの防御を目的として、水槽の底に少量の細砂を敷いた。注水量が1日に3-4回転する程度の流水飼育を行い、サイフォンを用いて水位調整を行った。曝気は上下の還流が起こる程度の緩やかなものとして、エアーストーンが底につかない様に注意した。

幼生には水面に放出される集団と巣穴周辺にコロニー化して放出される集団があった。水面に浮遊する稚仔はビーカーで、巣穴周辺にコロニー状に放出される稚仔はピペット等で採集して養成水槽に20万尾/m<sup>2</sup>となるように収容した。幼生を一回で収容するようにしたが、やむを得ず複数回に分けて収容する場合は、5日間分を収容限度とした。浮遊幼生は30-60分で沈降し、その後の回収が難しくなったため、放出を確認した後は迅速に回収を進めた。幼生を収容してから1時間経過するとほとんどの個体が、沈降、定着することから、注水を開始して通常の飼育を始めた。

初期餌料は、付着珪藻を微細ネットで濾して、海水で適度に希釈してから投与した。幼生放出後4-5日目から市販のくるまえび初期微粉末飼料を給餌した。飼料の過剰投与には注意する必要がある。珪藻個体で40-50個体/1滴では100ml/日程度の投与量で十分であった。

前期中間育成稚仔は、水槽を排水して底の残さをそのままバケツに回収した。生残率を

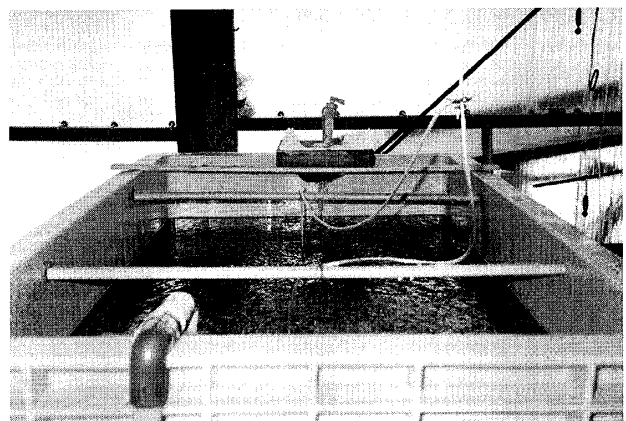


図3 屋内・前期中間育成水槽

10日（60%）、15日（50%）、20日（40%）、30日（30%）と推定し、後期中間育成水槽と養殖池へは海水で希釈しながら均等に配分した。

## 2) 後期中間育成

疣足が4-6対になり摂餌が確認できて膜状管に入る個体が多くなると、前期中間育成から後期中間育成に移行した。この時期の減耗は大きく、過剰給餌、外敵生物（ボウフラ、ナメクジ、トビムシ、イソギンチャク、フナムシなど）による被害が多いため、海水濾過、給餌量には注意を払う必要があった。

後期中間育成の2-3ヶ月の期間（体長30-40mm、疣足20-30対）は、主に屋外コンクリート水槽（表面積10-1 m<sup>2</sup>；2 m×5-8 m×0.2-0.3m）、水深10-15cm）、イワムシ成虫養成池の排水路（10-20m<sup>2</sup>、表面積10m<sup>2</sup>；10 m×10m×2 m 水深1.5-1.8m）および大型水槽（表面積100m<sup>2</sup>；10m×10m×2 m、水深1.5m）で飼育した。（図4）



図4 後期中間育成大型水槽  
（150トン水槽での稚虫量産が可能になった）

後期中間育成施設に稚虫を収容する前に水槽の底全面に厚手のビニールシートを敷き、その上に1 cm層の細砂を敷いてから注水した。また、タンク水位を1 cm程度まで下げて乾燥鶏糞粉末で施肥し、直射光にさらして流水にすることで珪藻を繁殖させた。しかし、稚虫収容後は、水深を深くし、遮光用の寒冷遮ネットを張って珪藻の過剰な繁殖を防止した。稚虫収容後の1-2週間は濾過海水を使用して飼育したが、その後は原海水をそのまま使用した。注水量は1日に2-3回転程度とした。

水槽への収容尾数は3-5万尾/m<sup>2</sup>を基準にして行った。収容後は前期中間育成で用いた配合飼料を2-3日に1回給餌して、成長に伴い粒子の粗い配合飼料へと切り替えた。給餌量も増加しながら毎日投与するようにした。（図5）

後期中間育成を開始してから約1ヶ月経過すると水槽の底に糞泥が堆積し、肉眼でも茶褐色の泥層が確認できるようになった。この時期には疣足も15-20対（体長15-20mm）と

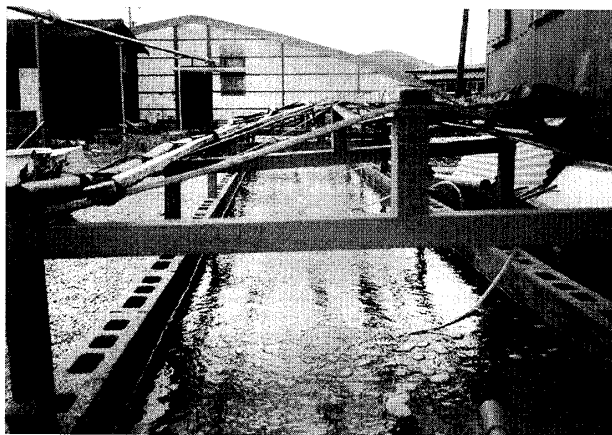


図5 屋外・後期中間育成水槽  
（排水路を利用した稚虫生産）

なり摂餌が活発になった。飼育期間が長くなるにつれて各水槽で成長、生残に差が認められ始めた。一方、水槽外の排水路では流出した稚虫が、高密度で生息しているにもかかわらず良好な成長が認められた。この結果は、排水路で有機泥が堆積し、付着珪藻が繁殖して、さらに少量の水が常に流れていたことに起因すると考えられた。このように、排水路が中間育成場として十分に機能していたことは、興味深い結果であった。疣足が20-30対（体長30mm以上）に達すると、水槽から排水して、坪刈り（10cm木枠で枠内の尾数を計数する）で各シートの尾数を推定してからシートを取り除き、砂ごと養殖池あるいは干潟に移放した。

## V) 成虫生産

### 1) 飼育施設

後期中間育成した稚虫を屋内小型水槽、屋外大型水槽、養殖池および干潟に移して成虫まで養成した。しかし、実際には幼生が大量に放出されたため、前期中間育成稚虫（2週間育成、疣足4-6対）もそのまま成虫生産に用いた。

屋内水槽は、表面積1.5-3.0 $\text{m}^2$ 、高さ40-50cmの木製あるいは樹脂製で、底には砂礫、その上に粗砂（3-4mm粒子）を10-15cmの厚さに敷いた。水深は30-35cmを基準にして、夏場は水位、送気量を多目にし、冬期は水槽上面に覆いをしてヒーターにより水温を15 $^{\circ}\text{C}$ 以上に加温した。飼育はエアレーションのみの止水で行い、週2回30-50%の換水を行った。（図6）一方、屋外のハウスでの飼育には表面積80-100 $\text{m}^2$ （4m $\times$ 20-25m $\times$ 高0.8m）、露地養殖池では表面積200-230 $\text{m}^2$ （4m $\times$ 50-54m $\times$ 高0.8m）の水槽を用いた。（図7）水槽の側壁はブロック積コンクリートの4段ブロックとし、2段は地中に埋設して、底部にはコンクリートを張って排水効率を高めるために上下と側面に十分な勾配をつけた。用いたコンクリートのアクを抜くために海水に4-5日間浸漬して、排水と注水を2-3回繰り返した。夏季は藻類の過剰な繁殖を抑制するため、ハウス水槽、露地養殖池では寒冷遮を張って照度を調節した。

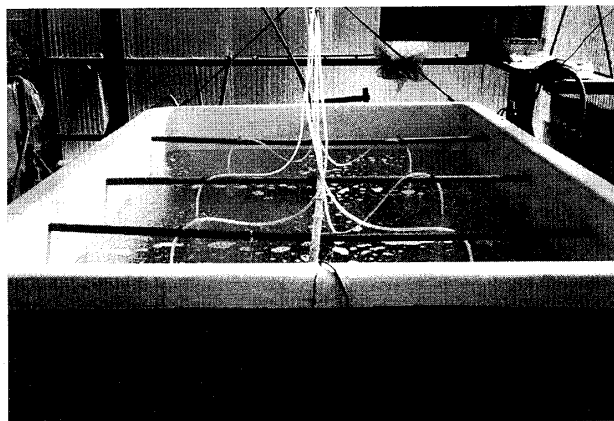


図6 屋内・高密度での成虫養成水槽  
（取揚目標を4-5kg/ $\text{m}^2$ に設定した）

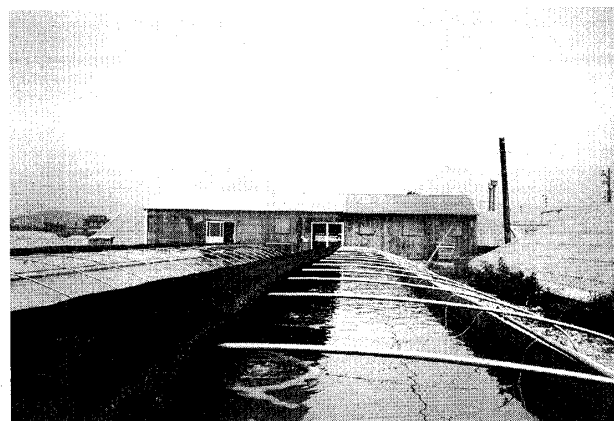


図7 屋外・粗密度での成虫養成水槽  
（取揚目標2-3kg/ $\text{m}^2$ に設定した）

## 2) 養成方法、取り揚げおよび出荷

長期の高密度飼育による生残率の低下を防ぐために、体重 3 g の成虫の取揚目標を屋外飼育水槽（養殖池）では 2-3 kg/m<sup>2</sup>、屋内飼育（小型水槽）では 3 kg/m<sup>2</sup>（体重 3 g/尾）に設定した。そのため、前期中間育成稚仔は 4000-5000 尾/m<sup>2</sup>、後期中間育成稚仔は 1000-2000 尾/m<sup>2</sup> を基準にしてそれぞれの水槽に収容した。（図 8）



図 8 稚仔・稚虫の放養作業  
（バケツに稚仔・稚虫を分槽している）

収容後 2-3 日目から稚虫への給餌を開始した。後期中間育成と同様に付着珪藻を事前に繁殖させるようにしたが、それができない場合は後期中間育成の飼料を給餌した。その後、成長に合わせて、粒子が粗く溶解しにくい（3-4 時間は溶解しないことが条件）配合飼料に切り替えた。本研究では、成虫生産の初期は高価格な稚えび飼料（協和醗酵工業製）を使用した。1 ヶ月後にはアユ幼魚用配合飼料（オリエンタル酵母工業製）に切り替え、さらに顆粒チップ飼料に切り替えた。給餌量はそれぞれ収容重量の 3-4 %（0.1-0.5g/尾）/日（稚海老用顆粒飼料）、4-5 %（0.5-1.0g/尾）/日（アユ幼魚用顆粒飼料）、5-7 %（1.0-1.5 g/尾）/日（アユ成魚用顆粒チップ 1 号飼料）および 7-8 %（1.5 g/尾）/日（アユ成魚用顆粒チップ 2 号飼料）として、毎日 1 回夕方に手まきで与えた。給餌量は摂餌状態と残餌を見ながら調整したが、翌朝 80% 以上が摂餌されていれば良好として、残餌が多くなり始めたら給餌を止め、食い尽くされるまでに要した時間で投与量を再調整した。密度、摂餌、成育のバランスがとれ黒褐色の光沢のある有機泥（糞泥）が池表に堆積して無数の棲息穴（巣穴）が確認できることと、摂餌開始 1-2 時間までに 70-80% の餌を消費し、翌朝に殆ど残餌がなければ虫の状態が良好であると判断できた。摂餌は水温 15℃ で活発となり、特に 9-10 月（18-24℃）は成長速度が最も速く、水温が 10℃ 以下あるいは 30℃ 以上になると急速に低下し始めた。そのため、13℃ から 28℃ で給餌量および給餌方法を再調整した。稚虫の個体重は前期中間育成で約 0.01g に、後期中間育成で 0.1-0.2g となり、0.1g から 0.2g までに約 3-4 ヶ月を、0.2g から 3.0g まででは 7-8 ヶ月を要した。低水温期の加温（15℃ 以上）が可能であれば 2-3 ヶ月は短縮でき、約 1 年で成虫（3g）になると考えられる。本研究では低水温期（12-3 月）の 4 ヶ月の間、水温が 5-10℃ でまで低下し、摂餌と成長が停止したために商品サイズ（3.0g 以上）に達するまでに 18-20 ヶ月間も必要であった。（図 9）また、増肉係数（増重量 ÷ 給餌量）は屋外養殖池では 0.8-1.2（配合飼料）であったが、イワムシ以外の生物にも摂取されていることを考慮すると、もう少し高い値となると考えられた。なお、飼料費率（人件費、飼料費、動力、光熱・管理費、資材・設備償却などの生産原価に対する飼料費比率）は、5-10

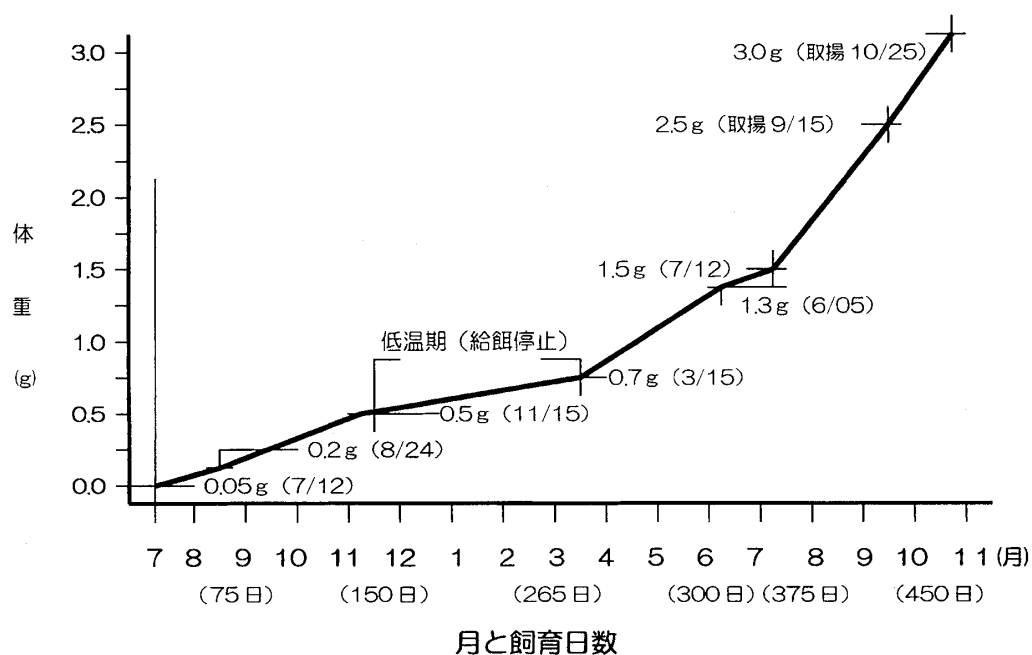
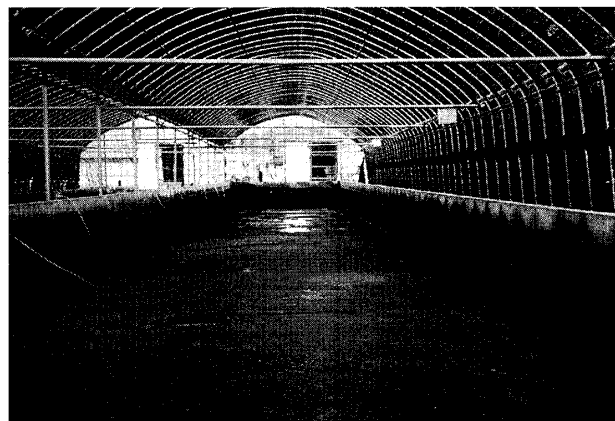


図9 イワムシの成長曲線

%であった。

定期的に砂を干し上げて、ランダムに設定した10-15箇所て採泥して稚虫を採集し、成長および生残率を計算した。稚虫は体重0.5g以上になると生残率が高まり、成長も良くなることから、体重0.5gまでの管理が重要であった。特に、前期中間育成の外敵混入防止に注意した。この作業は砂床への酸素補給、残餌処理も同時に行うことになり砂層の活性に繋がった。(図10)

図10 成虫養成水槽の干上げ風景  
(有機泥が大量に堆積している)

成虫の取り揚げに当たっては身体を傷つけないこと、長時間空気に曝さないことが条件となるが簡易で効率的な方法がないために、効率は悪いものの虫体を最も傷つけない手掘りによる方式をとった。(図11) 取り揚げ後は浅いコンテナに5-10kg単位で収容して、迅速に保冷室に移し低温(5-10℃)下で保持した。低温下で1-2時間保冷すると成虫は団子状に固まり体内の砂泥、糞などの老廃



図11 成虫の手掘りによる取揚げ作業

物を排出した。そのため、排出した残さや損傷虫を取り除いて海水で洗浄して梱包・出荷した。

取り揚げ・梱包時の目減り、損傷、1.5g以下の出荷不能な虫を含めると出荷時の減耗は水槽、時期によって異なるものの10-15%程度と考えられた。虫が空気に触れる状態での出荷は極力避けるべきで湿らした新聞紙や布などのほか、長時間輸送には海藻、木屑（オガクズ）、バーミュキュライト材が効果的であった。特にオガクズの場合は海水に浸しアクを抜き、よく水切りをしたものであればクール宅配便等で運ぶことも可能であった。

## VI) 干潟養成での応用試験と結果

干潟での成虫養成は設備、管理コストの低減を始め品質向上、有機泥の飼料化、漁場造成など応用効果は高いが、種苗生産、移放技術、管理体制の確立、取り揚げ方法など課題も多く、現状では十分な知見が得られていない。さらに、干潟飼育は陸上と異なり飼育環境が劣悪で未解決の問題が多く、まずは健全な後期中間育成稚虫（30mm以上）を低コストで量産する技術の開発が必要である。そこで、移放に適した干潟の環境条件として、次の5項目を考慮した。

1. 底質が砂質で波浪、風波の被害を受けにくいこと
2. 漂流物が長期間滞留しないこと
3. 潮通しがよく工場廃液、生活排水、赤潮の発生・影響を受けないこと
4. 低温期に干潟が氷結しないこと
5. 真水の影響を受けないこと

北海道以南であれば氷結することはないと、雨水・河口での塩分低下についても周辺にイワムシが棲息している環境であれば問題はないと考えられた。管理面からは砂礫質で入り込んだ遠浅の海岸で週に1-2回、3-4時間は干し上がることが望ましかった。さらに、養殖に対する関連機関・漁民の協調、理解が得られ、車両の乗り入れ、管理がしやすい場所も条件となる。移放後1ヶ月間は風波、波浪による稚虫、飼料の流失、減耗が高く、大きな課題であった。

本試験では、干潮時に干潟を軽く耕運し溝を掘って1㎡当たり200-300尾の稚虫を放流した（図12）。稚虫の潜砂を確認してから放流場所に廃棄漁網をかぶせて固定した。漁網の敷設によって稚仔、飼料の流出をかなり防止でき、漁網の上から給餌できる利点があった。潜砂力のある健全な稚虫は放流後30分以内に潜砂したが、放流の直後は外敵の鳥類、波浪の被害を受け易かった。そのため、放流には天候の安定した日を選び、当日は満潮時まで観察した。



図12 干潟での稚虫移放作業

放流後1ヶ月程度までは稚虫流失、漁網の拡散防止のための管理が必要であったが、それ以後は砂礫や漂流物で漁網が自然に固定され、給餌を除いて管理は不要になった。飼育海域では、1-2週間周期で配合飼料（家畜飼料、廃棄配合飼料）を投与し、廃棄魚肉（魚アラ、内臓など）、家畜飼料カス、海藻などに餌料を切り替えた。さらに2-3ヶ月すると、放流された稚虫が天然餌料を利用するようになったため、無給餌、無管理の粗放養殖に移行した。

えび養殖池への放流では、春先に砂質底を耕運して1㎡当たり500-1000尾を放流した。放流直後は水深が2-3mにもなり給餌、管理が全く出来なかったが、初冬の取り揚げ時にはイワムシが1-2gにまで成長していた。一方、混養生物の捕食による減耗は大きかった。また、日本の場合、えび養殖池はエビの取揚げと同時に翌春まで池を干し上げるため、商品サイズにまで育てられないが、海外では干し上げがなく外海から混入する多毛類の稚虫も多く池内での養殖が盛んに行われている。

## VII) 今後の課題

エビ養殖施設を利用して屋内外で飼育試験、経験を多く積んだことで稚虫生産、成育、管理の資料収集ができた。その結果、管理・量産・コスト面で陸上飼育には限界があったことから、陸上では種苗の量産を、成虫養成はえび池を含む海面での飼育が効率的であると思われる。本試験では100万尾単位の種苗生産、トン単位で成虫生産が可能になったことから、干潟での養殖は将来十分に可能と思われる。

イワムシは成長が遅く、時間、コスト面などの課題を抱えるが、干潟移行での粗放養殖化で経費、管理、品質面は大きく改善が期待できる。干潟での養殖対象種としてイワムシの導入は経済効果を見込めるうえに、底質浄化や有機糞泥の利用に関してはすでに立証されており、イワムシを始めとする多毛類が干潟改善の鍵種になると考えられる。しかしながら、改善すべき課題も多く以下の7項目をあげることができる。

1. 成虫段階での雌雄判定
2. 干潟からの成熟親虫の確保
3. 人工採苗（人工受精）による種苗量産技術の確立
4. 中間育成の合理化、省力化
5. 干潟での稚虫、飼料の流失防止策の確立
6. 干潟向けの飼料開発、給餌方法の確立
7. 取揚げ方法（機器の開発も含めて）の省力化と改革

今後、量産・実用化に向けた研究が不可欠である。

## VIII) あとがき

多くの課題を抱えてはいるもののイワムシ養殖の可能性を立証し、今後の研究に寄与する資料提供ができたものと思われる。しかしながら、課題解決には多くの人達の協力、支援なくしては達成出来ない。今後、関係者、関連機関の人達の力を借りて海面での養殖が確立されることを強く願っている。最後に本研究に協力、支援をいただいた瀬戸内海水産開発株式会社、故上田尚、福嶋太、小野卯三郎、大村富美枝、李永鍋氏に深く感謝を申し上げる。

## 参考文献：

- R. Dales: Annelids (Biology 94) Hutchison University Library, London, 19-63, (1967)
- C. Dasaro: Florida Sea Grant Program, Lugworm Aquaculture, State University System of Florida, 16, 1-95, (1976)
- C. Edwards: Biology of Earthworm, Chapman and Hall Ltd, London, 56-189, (1967)
- 藤波宣陽：ゴカイ養殖の実際 (1)-(4) 養殖 4-7月号 (1978)
- 平野礼次郎他：管棲多毛類の生態と浮遊生物幼生期の飼育 海洋付着動物の生態/5、31-36、海洋科学
- 今井利為：イワムシ種苗生産試験 神奈川県水産試験場資料、212、50 (1972)
- 今井利為：イワムシの産卵の初期形態について 水産増殖、23、14-20 (1975)
- 今井利為：イワムシの生長について 神奈川県水産試験場資料、No 242 61-67 (1977)
- 今井利為：イワムシの摂餌と排泄について 神奈川県水産試験場研究報告、第3号 9-14 (1981)
- 今井利為：イワムシの初期生態の飼育 ベントス研究誌、23、36-41 (1982)
- 久米又三、団勝磨：無脊椎動物発生学 ユムシ類の初期発生、159-166 培風館、東京 (1983)
- 前田芳彦：ミミズ養殖とその利用 楽水、688、4-6 (1974)
- 前田芳彦：アフリカン ナイトクローラーの養殖 養殖、12月号、64-67 (1976)
- 前田芳彦：量産なったミミズの利用 楽水、704、6-9 (1982)
- 前田芳彦：釣りえさ イワムシ養殖 (1)--(5) アクアネット、VOL 2 No 2-7 (1999)
- 前田芳彦：海産環形動物養殖のすすめ 養殖、11月号、90-93 (2001)
- 前田芳彦：イワムシ養殖の概要 楽水、799、20-29 (2002)
- 永井康豊：ゴカイ養殖技術とその実用化 養殖、47-50 (1978)
- 岡田克弘：無脊椎動物発生学 第7章 環形動物、149-151、培風館 (1957)
- 佐々木秀治：ゴカイ養殖に取り組んで 養殖、78-80 (1979)
- 田中邦三、中村勉：イワムシ養殖 (1) 千葉県水産試験場研究報告、24、33-36 (1971)
- 田中邦三：イワムシ養殖 昭和47年度日本水産学会春季大会講演集、33 (1972)
- 田中邦三、中村勉、庄司泰雄：イワムシ養殖 (2) 千葉県水産試験場研究報告、No 34、13-15 (1975)
- 田村芳彦：坪当たり収量10kgのゴカイ養殖 養殖、30-34 (1979)
- 高岡敏元：イワムシ養殖装置 実用新案公報 (昭55-16600)、145-146 (1980)
- 隆島央夫：魚の養殖最前線 (性と成熟のコントロール)、78-108、裳華房、東京 (1990)
- 宇部興産株式会社：釣用餌虫の営巣用管状部材 公開実用新案公報 (昭60-27663)、157-201 (1985)
- 宇部興産株式会社：釣用餌虫の孵化および稚虫飼育装置公開特許公報 (昭60-2128)、147-149 (1985)
- 宇部興産株式会社：釣用餌虫の養殖方法 公開実用新案公報 (昭60-2130)、189-191 (1985)
- 山本翠、渡辺憲一郎：ナマコ幼生の初期飼育について 山口県内海水産試験場報告、8、51-62 (1981)
- 吉田俊一：イソゴカイの養殖に関する研究 (3) 水産増殖、20、19-25 (1972)
- 吉田俊一：イソゴカイの養殖に関する研究 (4) 水産増殖、20、27-35 (1972)