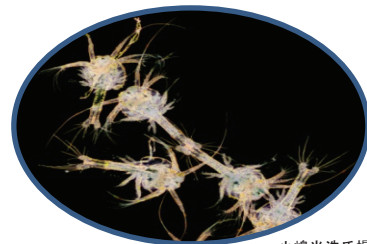


第2節 ヨシエビ種苗生産の歴史

Section 2

山根 史裕



小嶋光浩氏撮影

1. ヨシエビの分類と特徴

ヨシエビ *Metapenaeus ensis* (図 1-2-1) は、クルマエビ科ヨシエビ属に属するエビで¹⁾、東京湾以南の太平洋側、北陸沿岸、東南アジアやインド等に広く分布し¹⁾、東南アジアや台湾では養殖も行われている²⁾。*Penaeus* 属のエビよりも小型で、伊勢湾では雌で体長 165 mm、雄で体長 135 mm 程度までしか確認できない。生時の体色は黄褐色ないし淡褐色で、歩脚や遊泳脚が鮮やかな朱色を呈する。額角下縁には鋸歯がなく (図 1-2-1)、この点で *Penaeus* 属とは容易に区別することができる。日本産のヨシエビ属には他にシバエビ *M. joyneri*、モエビ *M. moebi*、トサエビ *M. intermedius* が属するが、これらのエビは、額角や雌雄の生殖器官の形状の違いなどにより分類することが可能である¹⁾。

クルマエビ類の雌性生殖器官の形状は種の同定に有効であるが、形状により産卵様式にも違いがある。すなわち、閉鎖型 (クルマエビのみ円筒型とする文献もある) と開放型の 2 型に分類され¹⁾、それぞれの産卵様式は以下のように特徴づけられる。閉鎖型のエビは、脱皮直後の雌が雄と交尾し、雌性生殖器官内の受精嚢に精包を受け取る。そのため、このタイプのエビは産卵時に雄は必要ない。一方、開放型のエビは、雌の成熟が進み、産卵直前に雄と交尾するのが特徴である。ヨシエビについては、卵黄形成過程の雌の生殖器官に交尾栓や精包 (図 1-2-2) がみられること、成熟した雌ヨシエビを単独で産卵させると受精卵が得られることから閉鎖型の産卵様式の特徴を有していると考えられるが、雌性生殖器官の形状が閉鎖型と開放型の何れに分類されるかについては定かではない。また、交尾が卵形成を促すのか、卵形成の過程で交尾す



図 1-2-1 ヨシエビ (左: 競売前のヨシエビ (四日市), 右: 側面)

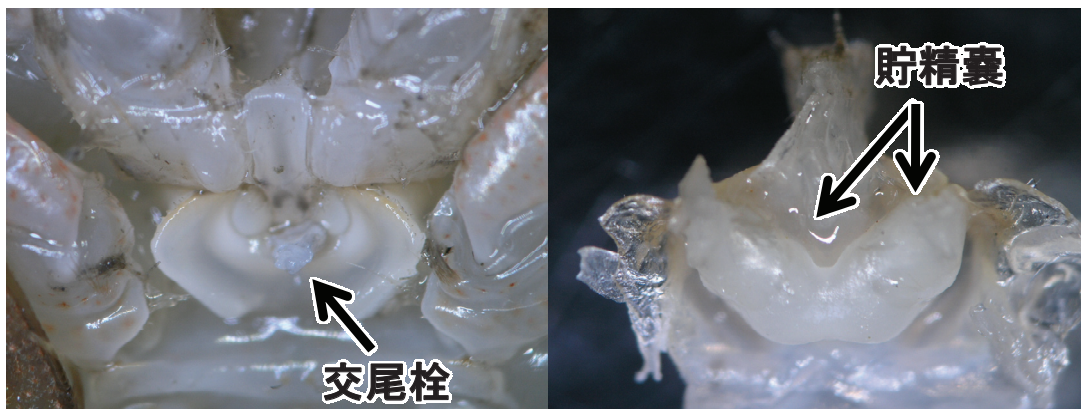


図 1-2-2 ヨシエビ雌性生殖器官 (左: 外部構造, 右: 内部構造)

るのかについても詳しいことはわかっていない。

ヨシエビの食味は甘みが強く、大変美味である。エビ類のおいしさについては、筋肉中に含まれる甘味系遊離アミノ酸（グリシン、アラニン、セリン、プロリン）の合計量と関係することが報告されており、特にグリシン含量が多いエビが美味とされている^{3,4)}。藤田らは、様々なエビの筋肉エキス中の甘味系遊離アミノ酸を定量し、ヨシエビ筋肉中にはクルマエビの約 1.3 倍の甘味系遊離アミノ酸が含まれることを報告している（図 1-2-3）。

ヨシエビは、水深 10～30 m 位の砂泥底に棲息するとされており⁵⁾、実際伊勢湾で漁獲される水深も 20 m 以浅である。成長に従い沖へ移動するクルマエビと違い、沿岸性が強く、湾内で操業する底曳き網や小型定置網の重要な漁獲対象となっている。クルマエビほどの漁獲はないが、美味であることから、伊勢湾沿岸では活魚で 3,000 円/kg 前後の高値で取引されており、漁業者からの資源の維持、増大に対する要望も大きい。こうした状況は伊勢湾に限らず、ヨシエビが漁獲される地域には共通しており、ヨシエビ栽培漁業を実施する背景となっている。

2. ヨシエビ種苗生産の歴史

ヨシエビ種苗生産の歴史は古く、手元の資料によると、昭和 40 年に福岡県の豊前水産試験場⁶⁾と京都府水産試験場⁷⁾で実施された種苗生産試験が始まりと思われる。この頃、既にクルマエビの幼生飼育技術が確立されていたため、ヨシエビの種苗生産試験はこの技術を応用することから始められた。その後大阪府⁸⁾、高知県⁹⁾、岡山

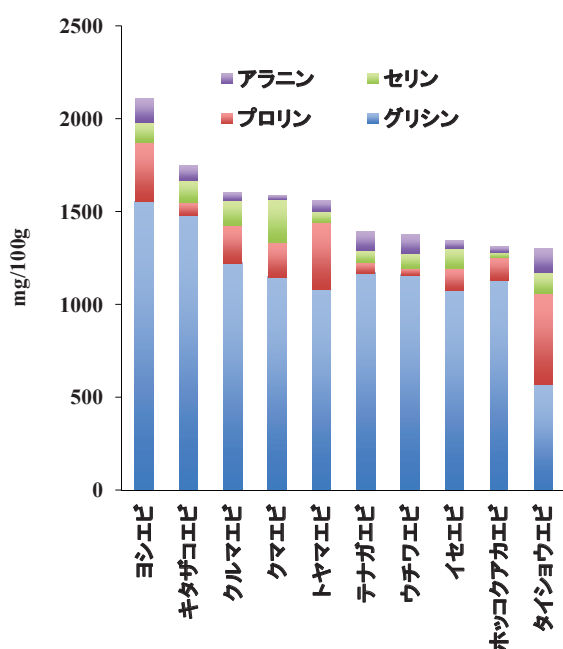


図 1-2-3 様々なエビの甘味系アミノ酸含有量^{3,4)}

県¹⁰⁾、長崎県¹¹⁾の水産試験場においても種苗生産試験が実施され、昭和 50 年代になると順次事業規模の量産へと移行していった¹²⁾。平成 4 年には全国 9 府県で 4,000 万尾以上の種苗が生産されていたが¹³⁾、その後増減し、平成 23 年現在は、全国 6 県で約 2,300 万尾の種苗が生産されている¹⁴⁾。

ヨシエビの種苗生産技術は、クルマエビの幼生飼育技術を基礎として応用が進められてきたが、クルマエビとは技術的に異なる点が幾つかある。ヨシエビもクルマエビも孵化からポストラバに至るまでの変態回数、形態は基本的に同じであるが、幼生のサイズが大きく異なるため（表 1-2-1）、餌料生物であるアルテミアやワムシの給餌方法が検討された。その結果、クルマエビではミシス期以降の餌となるアルテミアのノープリウスは、ヨシエビではポストラバの初期以降に給餌するのが適当であること、ヨシエビのミシス期の餌料はワムシが適当であることがわかった。現在では、ヨシエビのミシス期にワムシを給餌することが一般的となっている。また、近年海外製の微粒子配合飼料の改良が進み、幼生期の餌料として使用することで安定生産に寄与しているようである。

表 1-2-1 各ステージにおけるヨシエビ、クルマエビ幼生の体長

ステージ	ヨシエビ(mm) ¹⁵⁾	クルマエビ(mm) ¹⁶⁾
ノープリウス*	0.25-0.32	0.32-0.50
ゾエア1	0.86	0.92
ゾエア2	1.41	1.53
ゾエア3	1.80	2.24
ミシス1	1.99	2.83
ミシス2	2.77	3.34
ミシス3	2.92	4.34
ポストラバ1期	3.32	4.90

* ノープリウス1齢-6齢。

さらに、幼生の飼育適水温が異なることも明らかにされている。クルマエビの幼生飼育の適水温は一般に 24℃であるが、ヨシエビのそれはもっと高いようである。石川県増養殖試験場では、昭和 56 年にヨシエビの種苗生産試験を実施し、水温 25℃以下では生残率が極端に低下することを報告している¹⁷⁾。また、京都府水産試験場も種苗生産試験を実施し、水温 26℃以上で幼生飼育を行うことを推奨している¹⁸⁾。この点について確認するため、小型水槽（30 L パンライト水槽）を使用して、異なる水温で幼生飼育試験を実施した（図 1-2-4）。試験は、孵化日（0 日齢）から 10 日齢まで実施した。その結果、31℃、28℃区が生残率が 67～100%であったのに対し、25℃、22℃区が生残率は 0～13%と低かった。

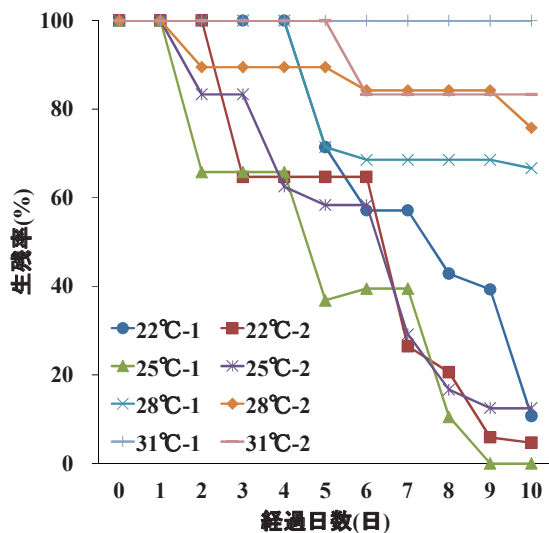


図 1-2-4 水温別試験におけるヨシエビ幼生の生残率の推移

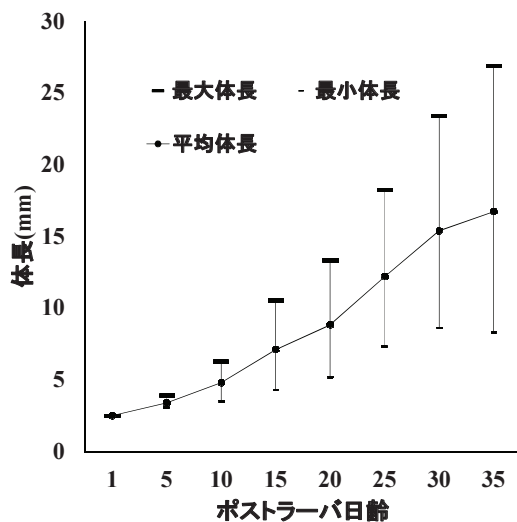


図 1-2-5 ヨシエビポストラバの成長 (水温 26-28℃)

また、10 日齢のステージは 31℃、28℃区がミシス 3 齢→ポストラバであったのに対し、25、22℃区はゾエア 3 齢からミシス 2 齢と変態も遅れた。これらのことから、ヨシエビ幼生の飼育適水温は 25℃以上と考えられ、現在は 27～28℃程度で飼育するのが一般的となっている。

このように、ヨシエビの種苗生産は改良が加えられ、現在では孵化幼生から平均体長 15 mm 程度までの生残率が概ね 30～50%程度と、安定して生産できるまでになっている。しかし、生産された稚エビのサイズは個体差が大きく、平均体長が 15 mm の時点で、大型個体は 23 mm、小型個体は 8 mm と 15 mm の差がある (図 1-2-5)。こうした現象は海外においても観察されており¹⁹⁾、ヨシエビ特有の現象と考えられるが、原因はわかっていない。飼育密度等の飼育環境や、幼生飼育からポストラ

バ初期にかけての餌料、遺伝的なことが原因として考えられるが、ヨシエビ種苗生産において解決されなければならない技術的課題である。

3. 種苗生産と疾病

他の魚介類の種苗生産と同様に、ヨシエビの種苗生産においても問題となる疾病がある。その主なものについて以下に述べる。

真菌症 主に甲殻類において問題となる疾病で、ヨシエビではゾエアーミシス期に発生し、大量減耗を引き起こす。原因は、クサリフクロカビ目の *Haliphthoros* 属および *Halocrusticida* 属等の卵菌類の寄生によるもので²⁰⁾、親エビからの垂直感染が原因の一つと考えられる。発生が頻発していた 1990 年代前半には、親エビのホルマリン薬浴やマラカイトグリーンによる幼生の薬浴が行われていたが、効果は不明瞭であった。また、薬剤の使用は環境的にも問題があり、早急に対策を確立する必要があったが、1990 年代後半に泉川らによって希釈海水による飼育の有効性が示された²¹⁾。泉川らは、問題の卵菌類の遊走子産性能が塩分の低下とともに低下すること、2/3 海水でヨシエビ幼生が飼育可能であり、真菌症が防除できることを明らかにした。現在ではこの方法を取り入れることにより、ヨシエビ幼生が全滅するような事例は少なくなりつつあるようである。

PAV (Penaeid Acute Viremia: クルマエビ類の急性ウイルス血症) 国内において PAV は、クルマエビで大きな問題となっているウイルス疾病であるが、原因ウイルスの PRDV (Penaeid rod shaped DNA virus) に対しては、ヨシエビも高い感受性を示すことが報告されている²²⁾。ヨシエビにおける PAV の防除対策は、生産機関により様々である。筆者が所属する三重県栽培漁業センターでは、ヨシエビ種苗生産の開始当初に既にクルマエビで PAV が問題となっていたため、クルマエビで実施されていた防除対策、すなわち受精卵のヨード剤による消毒と PCR (Polymerase chain reaction) 法による親エビの選別について検討を行った。卵消毒は、クルマエビで推奨されている有効ヨウ素 5 ppm、5 分間消毒区と、有効ヨウ素 2.5 ppm、5 分間消毒区、対照区 (ハンドリングのみ) の 3 区を設定し、发育段階が 32 細胞→桑実胚期と付属肢形成→卵内ノープリウス初期の受精卵 (複数尾から採卵した受精卵を混ぜて用いたため、发育段階が若干ずれる) を使用して試験を実施した。消毒後は 3 分間洗卵し、27℃で卵管理して孵化数等を観察した (表 1-2-2)。その結果、何れの发育段階においても、卵消毒を実施した区は対照区に比べて孵化率が極端に低下し、ヨシエビ

表 1-2-2 ヨード剤によるヨシエビ受精卵の卵消毒試験結果

発育段階	消毒条件	卵数 (万粒)	孵化数 (万尾)	孵化率 (%)	変形率 (%)
32細胞	2.5ppm,5分	61.5	2.5	4.1	6.7
5	5.0ppm,5分	61.5	0	0	—
桑実胚	0ppm,5分	61.5	41.3	67.2	0
付属肢形成期	2.5ppm,5分	61.5	1.0	1.6	0
5	5.0ppm,5分	61.5	0	0	—
卵内ノープリウス期初期	0ppm,5分	61.5	39.8	64.7	0

受精卵はヨード剤に対する耐性が低いことが明らかとなった。このことから、ヨシエビでは PAV の防除対策として、ヨード剤による受精卵の消毒を実施することは現実的ではないと考えられた。PCR 法による親エビの選別については、まず PCR 検査に用いる部位および時期の検討を行った。産卵前と産卵後のそれぞれについて、血リンパ、卵巣、第 5 歩脚、雌性生殖器、中腸腺、胃、遊泳脚を用いて PCR 検査を行った結果、産卵後の雌性生殖器のみから PRDV 陽性の結果を得た²³⁾。そのため、雌性生殖器を検査部位にして PCR 法による親エビの選別を実施していたが、伊勢湾産のヨシエビについては異常に陽性率が高い年があり（50%以上）、選別が現実的ではなくなった。現在では親エビの選別を実施せず、栽培センターから中間育成場へ出荷する際の種苗の PCR 検査のみで対応しているが、今のところ種苗生産、中間育成過程において PAV の発生はみられていない。ヨシエビの過去の PAV 発生事例をみると、種苗サイズ（体長 15 mm 前後）の発生事例は僅かで、多くが中間育成サイズにおいてである²⁴⁻²⁶⁾。したがって、種苗の PCR 検査と中間育成場の乾燥等を徹底することで、PAV の発生はある程度阻止できるものと考えられる。

4. 放流効果

放流後の種苗の移動や回収（漁獲）の状況を把握するため、他の栽培対象種と同様に、ヨシエビにおいても様々な標識が検討されてきた。リボンタグ²⁷⁾、眼柄切除や尾肢抜去²⁸⁾、尾肢に切れ込みを入れ、再生部の変形を利用する標識²⁹⁾は、脱皮により標識が脱落すること、放流サイズが小さいこと、クルマエビのような模様が無いことからヨシエビの標識として有効ではなく、放

流効果調査に利用されなかった。そうした中で、大阪府の水産試験場が開発した金線標識³⁰⁾は画期的であった。金線標識とは、直径 0.2 mm、長さ 0.8 mm の金線を稚エビの体内に打ち込んだもので、標識の確認は軟 X 線撮影装置により行う。脱皮による標識の脱落がほとんどなく、小型個体への装着も可能である。大阪府水産試験場は、1993 年から 1997 年にかけて金線標識によるヨシエビの放流を実施しているが³¹⁾、事業規模の標識放流はこれが唯一であろうと思われる。この標識により天然群との識別が可能となり、放流群の移動や成長、脚損傷や被食の状況についての知見を得たが、漁獲サイズの個体から標識は確認されず、放流効果についてはわかっていない（この原因については、放流種苗の被食による減耗が挙げられている）。このように、ヨシエビについては放流効果に関する知見はほとんど無いのが現状である。放流効果の把握はヨシエビの栽培漁業を継続する上で不可欠であり、今後調査を実施していく必要がある。

（山根 史裕）

文 献

- 1) 林 健一．「日本産エビ類の分類と生態 I．根鰓亜目」生物研究社 東京．1992.
- 2) 林 健一．分類と分布．「エビ・カニ類の増養殖」（橘高二郎，隆島史夫，金澤昭夫編）恒星社厚生閣，東京．1996；11-23.
- 3) 清水 亘，藤田真夫．水産動物肉に関する研究 — XX I．エビ肉エキス中のグリシン含量 - 味との関連について．日水誌 1954；20：720-722.
- 4) 藤田真夫，遠藤金次，清水 亘．水産動物肉に関する研究 — XXXX VII．クルマエビの筋肉中のエ

- キス窒素成分の季節的变化. 近畿大学農学部紀要 1972; **5**: 67-73.
- 5) 池末 弥. 有明海産ヨシエビの生活史について. 有明海研報 1959; **5**: 19-29.
- 6) 寺田和夫. クルマエビ・ヨシエビ・ガザミの種苗生産研究 (昭和 40 年度). 福岡県豊前水産試験場栽培研究業績集上巻 1989; 198-199.
- 7) 船田秀之助. ヨシエビの種苗生産研究. 昭和 40 年度京都府水産試験場報告 1966; 4-5.
- 8) 大阪府水産試験場. ヨシエビの種苗生産試験. 昭和 43 年度大阪府水産試験場事報 1970; pp49.
- 9) 田村光雄, 広沢国昭, 上野幸徳. ヨシエビの種苗生産試験. 昭和 45 年度高知県水産試験場事報 1972; 124-130.
- 10) 勝谷邦夫, 村田 守, 難波洋平. ヨシエビの種苗量産について. 昭和 50 年度岡山県水産試験場事報 1976; 305-314.
- 11) 山本博敬, 北田哲夫. 配合飼料によるヨシエビ種苗量産. 長崎水試研報 1975; **1**: 47-52.
- 12) 栽培漁業種苗生産・入手・放流 (全国) 昭和 53 年度実績. 水産庁, 東京. 1988.
- 13) 平成 4 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 水産庁・(社) 日本栽培漁業協会, 東京. 1994.
- 14) 平成 23 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) ~総括編・動向編~. (独) 水産総合研究センター, 横浜. 2013.
- 15) Ronquillo JD, Saisho T. Early developmental stages of greasyback shrimp *Metapenaeus ensis* (de Haan 1844) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *J. Plankton Res.* 1993; **15**: 1177-1206.
- 16) 橘高二郎. クルマエビ. 「動物発生段階図譜」(石原勝敏編) 共立出版, 東京. 1996; 78-92.
- 17) 野村 元, 高橋稔彦, 皆川哲夫, 河本幸治, 浜田幸栄, 吉田敏泰. ヨシエビ種苗生産試験. 昭和 55 年度石川県増殖試験場・石川県栽培漁業センター事報 1982; 27-29.
- 18) 生田哲郎. ヨシエビ種苗生産技術研究 - II ゾエア期幼生に人工餌料を投与しての種苗生産実験. 昭和 45 年度京都府水産試験場報告 1972; 8-13.
- 19) 廖 一久. 台湾におけるエビ類養殖の技術と進歩. 「世界のエビ類養殖」(Justo CC 編), 緑書房, 東京. 1990; 126-127.
- 20) 西岡豊弘, 古澤 徹, 水田洋之介. 種苗生産過程の海産魚介類における疾病発生状況 (1989 ~ 1994). 水産増殖 1997; **45**: 285-290.
- 21) 泉川晃一, 尾田 正, 山野井英夫, 畑井喜司雄. ヨシエビ幼生から分離した卵菌類の希釈海水における感染率の低下. 日水誌 1999; **65**: 661-664.
- 22) Momoyama K, Hiraoka M, Venegas CA. Pathogenicity of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) to juveniles of six crustacean species. *Fish Pathol.* 1999; **34**: 183-188.
- 23) 山根史裕, 西岡豊弘, 瀬古慶子, 徳澤秀渡. PCR 法による種苗生産用親ヨシエビからのクルマエビ急性ウイルス血症ウイルス検出法の検討. 栽培技研 2007; **35**: 55-58.
- 24) Momoyama K, Hiraoka M, Inoue K, Kimura T, Nakano H, Yasui M. Mass mortalities in the production of juveniles greasyback shrimp, *Metapenaeus ensis*, caused by penaeid acute viremia (PAV). *Fish Pathol.* 1997; **32**: 51-58.
- 25) 鴨志田正晃, 高橋 誠, 水田洋之介. 種苗生産過程の海産魚介類における疾病発生状況 (1994 ~ 1999). 栽培技研 2005; **32**: 15-24.
- 26) 西岡豊弘, 藤本 宏, 岡 雅一, 有元 操. 海産魚介類における種苗生産期の疾病発生状況 (2000 ~ 2006 年度). 水産技術 2009; **2**: 57-65.
- 27) 有江康章, 石田雅俊. ヨシエビの標識に関する試験, リボン型標識の装着による影響について. 昭和 59 年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告 1984; 606-610.
- 28) 福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所. ヨシエビグループ「平成 4 年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査事業報告書」1992; 福 19.
- 29) 中西尚文, 岩出将英. 栽培漁業技術総合開発研究事業 - III (ヨシエビ). 平成 21 年度三重県水産研究所事報 2010; 96-97.
- 30) 大阪府立水産試験場. ヨシエビグループ「平成 4 年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査事業報告書」1992; 大 37-40.
- 31) 有山啓之, 佐野雅基. 淀川河口域に放流した金線標識ヨシエビの採捕および脚損傷状況について. 栽培技研 2000; **28**: 25-37.