

第7節 事業規模での親クルマエビ養成 —陸上水槽を利用した実例

Section 7

奥村 卓二



1. 海洋深層水を利用した親クルマエビの生産 —沖縄県海洋深層水研究所の事例

沖縄県には天然のクルマエビは生息していないが、1971 年ごろからクルマエビ養殖業が始まった。その後、沖縄の気候風土に合わせた技術開発などがあり、クルマエビ養殖が発展して 1993 年に生産高が、1995 年に生産量が初めて全国一位になった。2002 年以降は生産量、生産高ともに全国一位を維持している¹⁾。

沖縄県に天然クルマエビが分布していないため、種苗生産に使う親エビは九州産に頼っていた。しかし、良質の成熟親エビの入手が困難になっていることと病気を持ち込む危険性（1993 年にクルマエビ急性ウイルス血症（PAV）が九州で発症）があることから、県内で親エビを養成して種苗生産に用いる必要性が高まり、1993 年頃から沖縄県水産試験場（現、沖縄県水産海洋研究センター）が「養殖クルマエビの母エビ養成技術開発試験」に取り組み始めた²⁻⁴⁾。2000 年（平成 12 年度）には、新しく久米島に開所した沖縄県海洋深層水研究所で海洋深層水を用いて「養殖クルマエビの母エビ養成技術開発試験」に関する研究に本格的に着手した⁵⁾。

海洋深層水は、水深 200m 以深にある海水で、周年安定した低水温性、富栄養性、清浄性の特徴がある。沖縄県海洋深層水研究所では、612m の水深から最大 13,000t/日の 10℃前後の海洋深層水を取水でき、海洋深層水と表層水を混合することで、周年を通じてクルマエビの成熟に適した水温に調節して飼育することが可能となっている。

沖縄県海洋深層水研究所が開発した母エビ養成技術の大きな特徴は、海洋深層水を利用して夏場に水温が高くなりすぎる沖縄県でも飼育水温を成熟や産卵に適した温度に周年保つ点と、ある程度大きな養成池と産卵水槽を使って多数のエビを養成して採卵に用い、集団で繰り返し産卵させる点にある。この母エビ養成技術は、2003 年（平成 15 年度）に沖縄県車海老漁業協同組合へ技術移転された。同組合では、養殖用のクルマエビ種苗を生産して沖縄県内の養殖業者に出荷している。2012 年（平成 24 年度）の販売数量はノープリウス幼生 1.0 億尾、ポストラバ種苗 3,400 万尾であった¹⁾。沖縄県内

のクルマエビ養殖業者が必要とする幼生・種苗数の約 70%を供給している¹⁾。

沖縄県海洋深層水研究所が開発した生産システムを簡単に紹介する（図 4-7-1）。同研究所は、屋外に 280（250）トン水槽を 4 基、屋内に 80（65）トン水槽を 4 基もち、これらの水槽に調温した海水を供給できるようになっている（括弧内の数字は沖縄県海洋深層水研究所のホームページの記載値）。親エビ養成のために、まず種苗を砂敷き二重底の屋外 280 トン水槽で約 1 年間育成する。水温を 23℃前後に維持し、主に市販の配合飼料を与える。次に、採卵のために、屋外水槽から体重約 35g 以上で交尾栓を持ち、ある程度成熟した雌個体を選別する。成熟・産卵の促進のために、選別した雌エビから片側の眼柄を、焼いたピンセットで挟んで切り取る。このように選別と眼柄処理をした雌エビを採卵に用いる⁶⁻⁸⁾。

採卵法として 2 種類の方法が開発されている。ひとつは雌エビ単独の飼育法であり、もうひとつは雌エビと雄エビの群飼育法である。

まず、雌エビ単独の飼育法による採卵システム⁶⁻⁸⁾を説明する。片眼処理した雌エビを、23℃前後に調温した 80 トン屋内産卵水槽（コンクリート製、砂質底）に 200～300 尾/基を一度に収容し、ゴカイを給餌する。眼柄除去 6 日後頃から 100 万粒/水槽以上、安定して連日採卵できるようになる。水槽を 4 基使うことで数百万粒/日の採卵が可能になる。ふ化率は、収容当初は 80%程度と高いが、次第に低下して 3 週間程度で実用に適さなくなるという。眼柄処理により脱皮も促進されるため、脱皮により精英を落として未受精となるためと考えられている。そのため、定期的に産卵水槽内の全ての雌エビを入れ替える必要がある。産卵水槽内での産卵状況については、産卵個体の割合は 20～30%程度、それぞれの個体が数万粒/日を約 3 週間の採卵期間中に数回産卵しているものと推定されている。この採卵システムにより、沖縄県の養殖業者に安定して種苗が供給されるようになった。

次に、雌エビと雄エビの群飼育法による採卵システム⁹⁻¹²⁾を説明する。雌エビ単独の飼育では、脱皮すると精英を落として未受精卵になるため、3 週間程度で雌

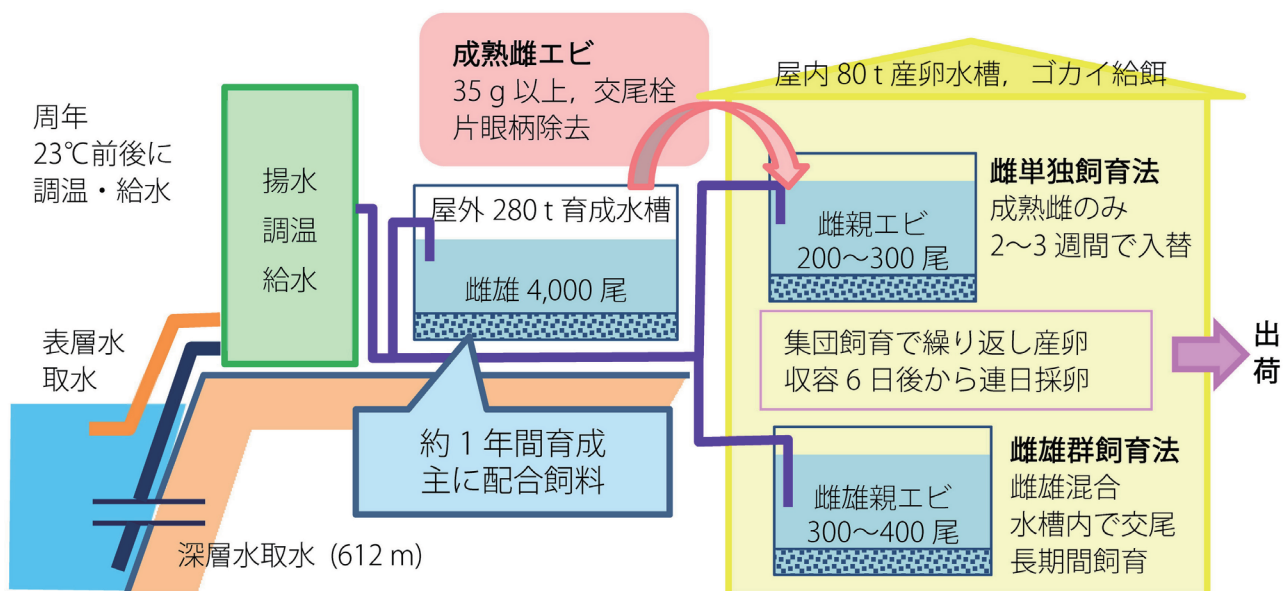


図 4-7-1 沖縄県海洋深層水研究所における親エビ養成の概要

エビを入れ替える必要がある。その対策として、雌エビと雄エビと一緒に群飼育することで、産卵水槽内で交尾させて精英脱落による未受精卵発生を抑制しながら、長期間にわたってエビを総入れ替えすることなく採卵できる方法として考案された。実際に 2~4 ヶ月の長期間、エビを入れ替えずに産卵飼育試験が行われている。交尾行動の妨げとならないように、給水パイプを水面下に水没させ、また排水ますを設けることで給水と排水で生じる振動と音を低減する。群飼育する雌雄比は雄 1 に対して雌 1.5~2.0 が望ましいとしている。このシステムには 2008 年に特許が取得されている¹²⁾。

今後の課題としては、ふ化率や幼生の活性が低くなる場合があること、餌料として与えるゴカイが高価格で供給も不安定なこと（特に雌雄エビ群飼育法では雄にもゴカイ給餌するためより多くのゴカイが必要となる）、継代飼育により近親交配になって近交弱勢の恐れがあること、輸入の活ゴカイを使っているため防疫面の心配があることがあげられている^{1, 8, 10, 11)}。

沖縄県海洋深層水研究所が開発した技術の移転を受けた沖縄県車海老漁業共同組合では、久米島内の養殖業者から養殖エビを購入して、親エビ養成に利用している。同組合は養殖業者に種苗を供給しているため、育成段階を養殖業者に任せて継代飼育する形になっている。ただし、養殖業者から購入すると必要な時期に必要なサイズのエビを入手できるとは限らないため、今後は、自家生産した種苗を直接育成して親エビに養成するそうである。また、採卵法としては、現在雌エビ単独飼育法を用いている。この方法の方が採卵量が安定するそうである。

沖縄県は冬季も温暖でクルマエビを成長させることができる。さらに地理的に隔離されて天然クルマエビも分布しないため、防疫面でも有利な点がある。そうした利

点を活かしてクルマエビ養殖全国 1 位となっている。沖縄県海洋深層水研究所の母エビ養成実用化試験は、養殖に必要な種苗を安定供給する技術を開発して沖縄県のクルマエビ養殖の発展を支える重要な役目を果たした。さらに、その技術は継代飼育による育種と病害防除の徹底による SPF (specific pathogen-free, 特定病原体除去) 種苗の開発にもつながる。

最後に、この母エビ養成技術と放流用種苗生産の採卵法（第 5 章と第 6 章で解説）との違いをまとめる。一般的な放流用種苗生産では一晩か二晩で親エビから採卵して種苗生産に用い、その種苗生産が終わってから次の採卵を実施する。それに対して、沖縄県海洋深層水研究所の母エビ養成技術では、雌エビを集団で飼育して繰り返し産卵させることで連日採卵する。多くの養殖業者の求めに応じて幼生を出荷できる、採卵に特化した技術である。また、親エビとして使うエビも異なる。放流用種苗生産では、遺伝的多様性に配慮して天然エビを一代限りで親エビに使う。また、1 週間程度の短期催熟はしても長期飼育はしない。それに対して、沖縄県海洋深層水研究所の母エビ養成技術では、養殖エビを継代飼育して親エビに養成する、養殖に特化した技術である。

2. 既存の陸上水槽を利用した親クルマエビの生産 ー福井県栽培センターの事例

福井県栽培漁業センターでは、2003~2004 年（平成 15~16 年）に、同センターにおいて生産した稚エビから養成した親エビを用いて事業規模の採卵に成功した^{13, 14)}。残念ながら、その後福井県においては、クルマエビ種苗生産事業の廃止にともない種苗は生産されていないが、本節では福井県栽培センターの事例を紹介する。

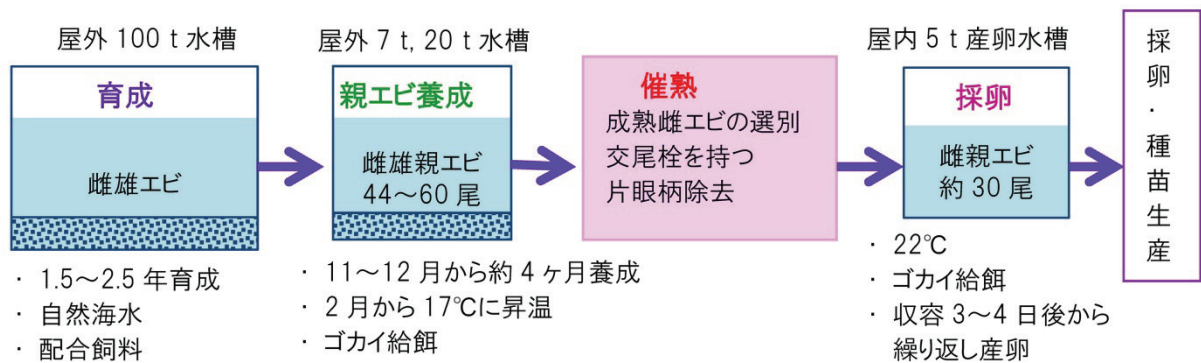


図 4-7-2 福井県栽培漁業センターによる親エビ養成の概要

その概要を図 4-7-2 に示しているが、この成果の優れているところは、どこの種苗生産施設でも持っている規模の屋外水槽と FRP 水槽を用いて、親エビの養成に成功している点である。

福井県栽培漁業センターでは、砂を敷いた屋外コンクリート水槽（10×5×2 m）に同センターで生産した種苗を収容し、通常の配合飼料を給餌して親エビを育成した。およそ 1 年半（1 歳エビ、採卵時 2 歳エビ）あるいは 2 年半（2 歳エビ、採卵時 3 歳エビ）後の 11~12 月には、1 歳エビは平均体長約 156 mm、平均体重約 46 g、2 歳エビは約 185 mm、約 80 g になった。このように育成したエビを屋外に設置した FRP 水槽に移し、親エビとして養成した。1 歳エビは 2 面の 7 トン水槽に各雌 22 尾雄 20 尾を収容し、2 歳エビは 2 面の 20 トン水槽に雌 33 尾雄 27 尾及び雌 31 尾雄 24 尾を収容した。なお 2 歳エビに使用した雄エビは天然個体であった。餌料として養殖イシゴカイを週に 1 回、1~2 kg 給餌した。翌年 2 月には、1 日に 0.5℃ ずつ昇温し、17℃ に達したところで一定水温として飼育を継続した。2 ヶ月後（4 月）の採卵試験開始時には、2 歳エビは平均体長約 168 mm、平均体重約 62 g、3 歳エビは約 195 mm、約 85 g に達し、生残した雌エビについては全個体の卵巣が肥大していることも確認された。

このようにして卵巣が発達した親エビのうち 2 歳エビ 34 尾、3 歳エビ 27 尾の片眼柄を結索し、2 歳エビ、3 歳エビそれぞれを 22℃ に加温した採卵用の屋内 FRP 水槽（5 トン）に収容し、ゴカイを給餌して 16 日間産卵状態を記録しながら飼育した。収容 3~4 日後から産卵が始まり、3~5 日間で 2~4 回の繰り返し産卵が観察された。死亡した個体と産卵前に脱皮した個体を除くと、全ての個体（2 歳エビ 85%、3 歳エビ 48%）が産卵している。4 日目以降 80 万から 350 万粒を採卵することができたため、実際の種苗生産に利用した。また、1 尾当たりの産卵数は、初回産卵は約 30 万粒であったが、産卵を重ねる毎に減少し、ふ化率の低下もみられている。3 歳エビは 2 歳エビと比べて卵巣の張りも弱く、2 歳エ

ビの方が採卵に適しているとしている。このようにして実際に得られた卵から量産試験を実施しふ化率 23.8~65.9%（平均 46.0%）の結果を得ている。

採卵期間中のゴカイと配合飼料を給餌した場合の比較試験を行っているが、配合飼料を与えた場合は 2 回目以降の産卵間隔が長くなり、産卵回数も明らかに減少することが認められている。また、昇温時期を早めて 3 月中に採卵する試験では、上の場合と比べて、卵巣発達の程度がやや劣り、条件の検討がさらに必要と考えられた。

福井県栽培漁業センターの事例では、採卵までに少なくとも丸 2 年の養成期間が必要となるため、事業規模での実施に際してはコストや施設上の制約がある。また、自家生産した種苗から親エビを養成して放流用種苗を生産しているため、遺伝的多様性の保全の観点から親エビの選定の仕方に改善が必要となろう。しかしながら、沖縄県の事例とあわせて考えると、ある程度大きな陸上水槽を用いて稚エビから親エビを養成し、成熟の誘導に適した水温下でゴカイを給餌すれば、かなり確実に卵巣発達を促すことができるようである。現段階では、そこから産卵を誘発するには、眼柄処理が欠かせないステップとなっている。眼柄処理による産卵誘発では、短期間に繰り返し産卵するものの、繰り返し産卵で卵質が低下する傾向がある。そのため、できるだけ初回産卵の卵を利用する、または餌料や飼育法などの改善を図る必要があるだろう。

（奥村卓二）

文 献

- 1) 松本源太. 海洋深層水を利用したクルマエビの完全養殖への取り組み. 豊かな海 2013; 30: 21-24.
- 2) 牧野清人, 島袋新功, 蔵下環, 大隅大, 鈴木啓容. クルマエビの母エビ養成試験（海洋深層水利用技術事業）, 平成 8 年度沖縄県水産試験場事業報告書, 1998; 112-114.
- 3) 牧野清人, 島袋新功, 蔵下環, 岩井憲司. クルマ

エビの母エビ養成試験（海洋深層水利用技術事業）。平成9年度沖縄県水産試験場事業報告書 1999; 129-133.

- 4) 玉城英信, 村越正慶, 斉藤久美子. 養殖クルマエビの母エビ養成技術開発試験. 平成9年度沖縄県水産試験場事業報告書 1999; 189-196.
- 5) 玉城英信. 養殖クルマエビと母エビ養成について. 沖縄深層水研 2002; 1: 47-53.
- 6) 玉城英信, 当真武. 養殖クルマエビの産卵, 平成14年度日本水産学会大会講演要旨集, 2002; 102.
- 7) 玉城英信. クルマエビの完全養殖, 平成18年度日本水産学会大会講演要旨集, 2006; 314.
- 8) 杉山昭博. クルマエビ種苗生産の現状と展望. 日水誌 2007; 73: 336.
- 9) 杉山昭博, 當間佳人. クルマエビ母エビ養成実用化試験－平成20年度実用化規模での群飼育－. 沖縄深層水研報 2011; 9: 9-18.
- 10) 杉山昭博, 国吉竜一. クルマエビ母エビ養成実用化試験－平成21年度実用化規模での群飼育－. 沖縄深層水研報 2011; 10: 9-14.
- 11) 杉山昭博. クルマエビ母エビ養成実用化試験－平成22年度実用化規模での群飼育－. 沖縄深層水研報 2011; 11: 17-22.
- 12) 杉山昭博. 養成クルマエビの産卵促進方法並びに産卵促進装置. 特許 特開 2008-136478 (P2008-136478A).
- 13) 畑中宏之, 瀬戸久武. 陸上水槽によるクルマエビの親エビ養成および早期採卵技術の開発. 平成17年度日本水産学会大会講演要旨集, 2005; 105.
- 14) 畑中宏之, 松井伸夫. クルマエビの親エビ養成開発事業. 平成16年度事業報告書（福井県栽培漁業センター）, 2005; 40-45.