

第2節 催熟の工程と実用性

Section 2

水藤 勝喜 他



放流用種苗を生産する際の採卵では、自然界で卵巣が成熟した親エビ（天然親エビ）を漁獲物から入手して、自発的な産卵を待つ方法（従来法）が一般的である。しかし、この採卵方法により使用した親エビ1個体あたりから得られるふ化幼生は、年間の平均で約7万個体であり、春先に行く早期の採卵ではさらに少ない5万個体程度である¹⁾。標準的な体重80gの親エビが保有する成熟卵は65万細胞と推定されるため（第3章第1節参照）、現行の早期採卵では、その90%以上が利用できていないことになる。早期に生産する種苗は、放流後に夏季の高成長や高い回収率が期待できるため重要視されており（第5章第3節参照）、早期採卵を効率化するための技術開発は多くの種苗生産機関から切望されてきた。

前節では、当所が（独）水産総合研究センターの基礎的研究（第4章参照）をもとに取り組んだ、天然雌エビを眼柄処理により短期間で親エビに養成する技術（短期催熟）の開発過程を紹介した。この検討では、早期採卵の時期であれば、比較的大型で交尾栓を持つ内因性（卵影は不明瞭）あるいは外因性卵黄蓄積期の（卵影比が20～65%程度）雌エビを入手し、片方の眼柄を切除してゴカイを与え、生け簀網の中で飼育すれば、同じ大きさの天然親エビが完全産卵した場合と、ほぼ同数のふ化幼生を採取できる可能性が示された。本節では、現時点で有効と思われる短期催熟の工程と実証および技術の実用性などを解説する。本文に先立ち、短期催熟技術の実証にご協力いただいた、（株）長崎県漁業公社、松下公樹氏、（公社）山口県栽培漁業公社、津田徹氏に感謝いたします。

1. 短期催熟の工程

短期催熟の工程は、クルマエビ類急性ウイルス血症（PAV）の防除対策によって異なるため、ここでは、採卵後に親エビのウイルスチェックを行い、陰性の親エビから得られた受精卵のみを生産に用いた場合の工程について解説する。

1-1. 実施時期

前節で解説したように天然雌エビに対する眼柄処理の

効果は実施時期により異なる。ここでは、西部遠州灘の生殖年周期と漁獲状況を例に解説する。当海域では1月中は殆どの雌エビが卵巣成熟を休止している。1月は既に長日化の時期であるため、大型個体であれば良好に催熟できる可能性もあるが、深く潜砂して行動しないためか漁獲量が少なく、放流用種苗の生産に見合う雌エビの確保が困難である。2月になり、卵黄形成が再開されると同時に漁獲量も増加して、中下旬には量産に必要な尾数を確保できるようになる。この時期から4月上旬にかけて漁獲される、内因性卵黄蓄積期から外因性卵黄蓄積期の卵巣を持つ大型個体は、特に良好な成熟、産卵が見込まれる。当海域の親エビを使ったこれまでの記録から、5月中旬頃までは、ここで紹介する短期催熟の方が従来法よりも良好な採卵効率が得られると思われる。

産卵盛期となる6月以降は、以下の理由により従来法で採卵した方が良いと思われる。まず、高水温時に漁獲された個体は、漁獲や輸送のストレスが大きく、眼柄処理を行う時点で既に衰弱している可能性があり、この場合、良好な催熟効果を得られないと思われる（第4章第3節参照）。次に、PAVの原因ウイルスであるPRDVの保有率は、春よりも夏の方が高いうえに、催熟により飼育期間が延びると検出率が顕著に高くなることが知られている²⁾。さらに、産卵盛期になれば表層胞の形成を始めた成熟期個体の入手が容易となり、採卵効率も良くなるため、短期催熟のメリットが少なくなる。

なお、西日本の種苗生産機関が行う早期採卵に多くの親エビを供給している、大分県佐伯市鶴見町については、生殖年周期や漁獲状況の知見がないため、西部遠州灘の例を参考として、関係機関による繁殖生態調査の既報で確認いただきたい。

1-2. 親エビの選別・入手

親エビの選別基準は、従来法と短期催熟では大きく異なる。従来法の場合は、早期であれば漁獲された成体エビの5%にも満たない成熟期個体を収集しなければならない。これに対して、短期催熟では卵黄形成の始まった殆どの雌エビを利用することができる。このため、卵巣の成熟度よりも眼柄処理や一週間程度の飼育に耐える活力が最も重要な選別基準となる。選別の際は、体表にヌ

メリのない個体，甲殻の損傷，付属肢に欠損のある個体および第2触覚が著しく短い，あるいは不揃いの個体は，入手を避けた方がよい。

従来法では，成熟期個体の出現率が低いために入手の際に多くの制約を受ける（第5章第1節参照）。短期催熟では，活力のある大型の雌エビが早期に入手できればよく，漁獲量が少なくても，外海や灘海域の比較的深い場所で獲れたクルマエビが水揚げされる漁港は，新たな親エビ入手地として有望である。

図6-2-1には早期採卵で実施する短期催熟に適した親エビの卵影を示した。2~4月に行う早期採卵では，卵影が全く視認されない個体（図6-2-1 A）のうち，体長170 mm以下の小型個体は，産卵までの日数が比較的長く，成熟率や孕卵数が総じて劣るため，できれば使用を避けた方がよい。図6-2-1 B（卵影は不明瞭），C（卵影比およそ20~40%）およびD（卵影比およそ40~65%）は，それぞれ，内因性卵黄蓄積期，外因性卵黄蓄積期の前半および同後半の個体とみられ，これらは全て短期催熟に適している。また，何れの成熟段階であっても，大型の個体の方が小型の個体よりも良好に催熟できる傾向がある。

図6-2-1 E（卵影比およそ75~85%）に示した成熟期の個体は，眼柄処理の実施，未実施にかかわらず，低水温下（15℃）においても1，2日のうちに産卵する可能性が高い。後述するように図6-2-1 B，CおよびDの個体は，眼柄処理後3，4日目に同調して産卵するため，これらと同期した採卵が困難である。成熟期個体が十分に入手できれば従来法で採卵した方が良く，個体数が少なければ入手を避けた方が採卵作業は効率的と思われる。なお，輸送については，従来法（第5章第2節参照）と変わらないため，ここでは省略する。

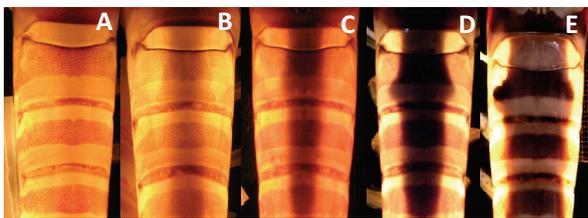


図6-2-1 短期催熟に適した親エビの卵巣成熟度（卵影）

A，卵影のない小型の個体は短期催熟に適していない； B，卵影が明瞭でなくても内因性卵黄蓄積が始まっており，比較的良好な成熟が得られる； C，外因性卵黄蓄積の前半であり，良好な成熟が期待できる； D，外因性卵黄蓄積の後半であり，良好な成熟が期待できる； E，成熟期であり，催熟しなくても採卵できる

1-3. 馴致飼育と個体標識

搬入した親エビは，すぐに眼柄処理せず，漁獲，輸送のストレス軽減と活力の確認を兼ねて水温15℃程度でゴカイを給餌し，一晚の馴致飼育を行っている。親エビの活力を確認するには，ゴカイを与えた際の反応を観察する（第4章第3節参照）。水槽中に落ちていくゴカイに反応をする個体やすぐに摂餌する個体は，生残率が高く，ほぼ確実に催熟できることが明らかになっている。

短期催熟による採卵では，卵巣の成熟状況やPRDVの保有検査の際に，個体を識別する標識が必要となる。図6-2-2には当所で使用している2種類の個体標識を示した。図6-2-2 Aは，ビニールテープを約1 cm四方に切り，油性ペンで番号を記入した標識である。あらかじめプラスチック製の下敷きにビニールテープを貼り，カッターナイフで切り込みを入れて作製しておき，頭胸甲をキムワイプ等で拭いて水分を取り除き，瞬間接着剤で貼り付ける。図6-2-2 Bは，番号を刻印したダイモテープをゴム板に接着して穴をあけ，ピンセットで穴を広げて切除しない方の眼柄に装着する。この標識はゴンドール浅海研究所で考案されたものである。図6-2-2 Aは，作製が容易であるが図6-2-2 Bよりも装着に手間がかかる。図6-2-2 Bは，作製に手間がかかるが脱着が容易であり，繰り返し使うことができる。

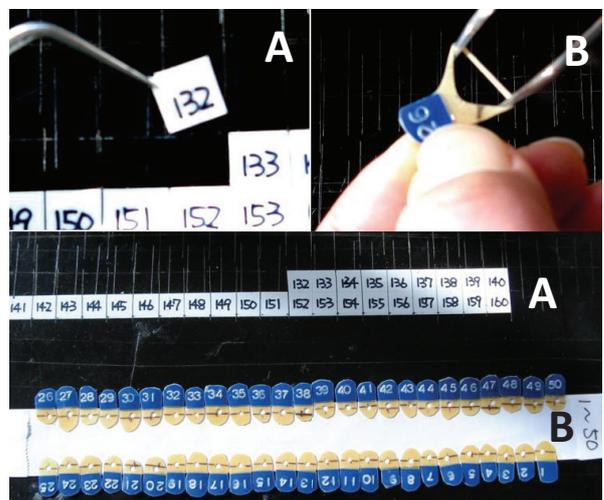


図6-2-2 短期催熟に用いる個体標識

A，ビニールテープにマジックで番号を書き，瞬間接着剤で頭胸甲に貼る； B，ゴム板にダイモテープを貼った標識。ゴンドール浅海研究所考案

1-4. 眼柄処理

眼柄処理の方法については，第4章の各節でも解説されているが，ポイントは眼柄部の分泌系を完全に遮断すること，切除後に体液が漏れ出ないようにすること，および片側の眼柄のみを切除することである。ここでは，種苗生産現場でも比較的容易に実施できる，ラジオペン

チで焼き切る方法を紹介する。

眼柄処理は個体に大きな負担がかかるので、処理の前後は低水温下（12～15℃）において生理的活性を下げるのが望ましい。眼柄処理を施す個体は、取りやすいようにプラスチック製のカゴなどに入れておく（図 6-2-3 A）。眼柄の切除に使う器具は、ピンセットやハサミなどのように、細い、あるいは鋭利なものよりも、ラジオペンチのように熱した際に多くの熱を蓄えられる厚手の方が良い（図 6-2-3 B）。親エビにストレスを与えないように素早く確実に処理するためには、二人での作業が望ましい。一人がピンセットで眼柄を引き出すまでに、もう一人がバーナーでラジオペンチを十分に熱しておく。熱したラジオペンチが触覚や額角に触れないよう注意して、眼柄部を挟み、引っ張ることなく眼柄が自然に焼け落ちるのを待つ（図 6-2-4）。処理の終わった個体は、暴れやすいので水槽壁に衝突しないように生け簀網に収容する。なお、一人でこの作業を実施する際には、親エビを持った手首を軽くたたくと、眼柄を突出するとされている（JIRCAS 奥津氏私信）。

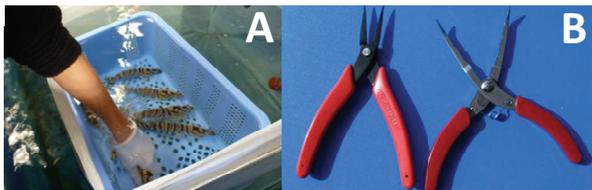


図 6-2-3 眼柄処理に用いるプラスチックカゴとラジオペンチ

A, カゴに収容された眼柄処理を施す個体； B, 眼柄処理に用いるラジオペンチ

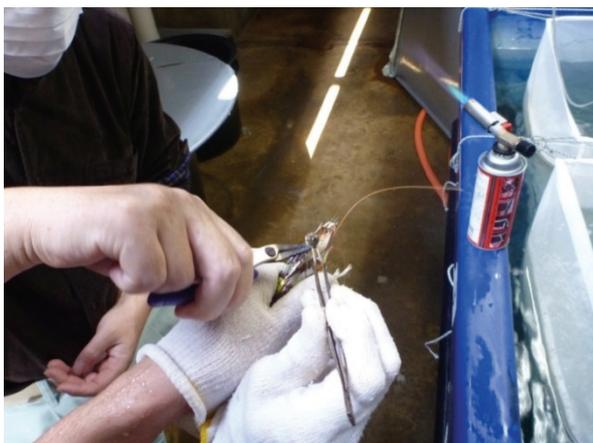


図 6-2-4 眼柄処理の風景

一人が眼柄をピンセットで保持し、もう一人がバーナーで熱したラジオペンチで焼き切る

1-5. 成熟度観察

短期催熟では、各個体の成熟状況を把握する必要があり、種苗生産現場では一般に卵影観察が行われる。この作業には、デジタルカメラで撮影した卵影を測定して、卵影比を記録する方法が便利である。この卵影観察には、放射面を黒いガムテープで被って、幅 1 cm 程度のスリット状にした自立型の懐中電灯を用いる（図 6-2-5 A）。このスリット上に置かれた親エビが撮影できるように、デジタルカメラを三脚にセットする。この作業も眼柄処理と同様に 2 名で行うと効率が良く、一人が親エビを懐中電灯の上に置き、もう一人がその横に個体番号を記載した札を写り込むように置いて撮影する（図 6-2-5 B）。撮影は、やや暗い場所で行った方が、卵影がシャープに写る。撮影した映像は、パソコン上で崎山の方法（第 4 章第 3 節参照）により卵影比を測定する。

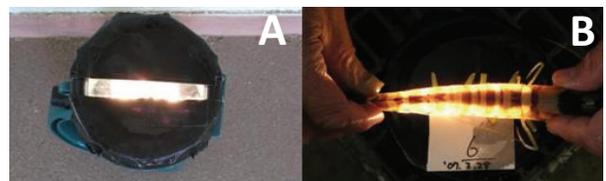


図 6-2-5 デジタルカメラの撮影による卵影の記録

A, 自立する懐中電灯の放射面をガムテープで覆い、1cm 幅のスリットとする； B, 個体番号を書いた標識が写り込むように撮影する

1-6. 飼育水槽

短期催熟に用いる水槽は、一回次あたりの種苗生産尾数が 1,000 万尾の当所で、2 m³ の FRP 水槽（図 6-2-6）を 3 基使用している。養成親エビは、採卵の効率が従来法よりも高いことや、PAV 防疫を考慮すると、小型水槽で飼育を分散した方が便利と思われる。また、飼育水槽の色が催熟に影響する可能性も考えられる。これまで当所では、紺色の FRP 水槽で問題なく催熟できているが、本節の方法で良好な催熟結果が得られない場合には、飼育水槽の色を検討する必要があるかもしれない。

前節で解説したように、砂底を設けなくて成体のクルマエビを飼育するには、生け簀網での飼育が適している。この生け簀網は、オープニング 720 μm (T-280, 28 / inch) のテトロンラッセル網で、縦 70×横 70×深さ 70 cm の大きさに作製している（図 6-2-6 a）。この目合いであれば、親エビの歩脚が通ることはなく、比較的小さめの国産ゴカイも抜けることはない。生け簀網の上下四隅には、ヒモが縫い付けてあり、上のヒモを水槽上部に縛って設置し、下のヒモには塩ビパイプ（13 mm φ）を錘として生け簀網の外側に付けてある。なお、錘の塩ビパイプを生け簀網中に入れると、パイプの下や穴の中にゴカイが隠れて、親エビが摂餌できなくなるので注意

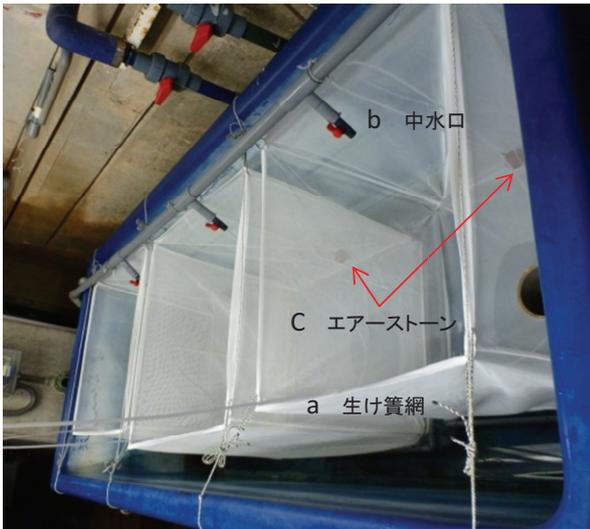


図 6-2-6 短期催熟に用いる飼育水槽 (2m³ 容 FRP 水槽)
a, 生け簀網; b, 注水口; c, エアーストーン

が必要である。この生け簀網は、前述の 1 水槽に 3 張り設置し、1 生け簀あたり、体長 200 mm 程度の親エビであれば 10 個体程度の飼育が可能である。

飼育中の水温と水質は、各生け簀網に 1 箇所ずつの注水 (各 2~3L/分; 図 6-2-6 b) で維持している。また、各生け簀網側面の水槽底から 10 cm 付近には、直径 5 cm のエアーストーンが 1 個ずつ配してあり (図 6-2-6 c)、微弱な通気により飼育水を攪拌している。

1-7. 餌料と飼育管理

短期催熟では、嗜好性が高く、卵巣成熟にも効果のある³⁾ゴカイを給餌している (第 4 章第 2 節参照)。親エビに捕食されて切れたゴカイは、嗜好性が落ちるため (山口県栽培漁業公社, 津田氏私信) 活力のある新鮮なゴカイをこまめに与えた方がよいようである。残餌と糞の回収は、1 日に一度、午前中に実施している。親エビのハンドリングを極力減らすため、卵巣成熟度の調査で取りあげた (カゴに収容) 際に、生け簀網の底にある残餌と糞をタモ網で全て取り除く方法と、親エビを飼育しながらサイフォンで吸い取る方法を併用している (図 6-2-7)。回収した残餌は、計量して摂餌量を把握した後、切れたゴカイを取り除き、状態の良いものは再利用している。なお、感染症防疫の見地から、親エビ養成の餌料としては、輸入されたアオイソメよりも国産のイシゴカイの方が望ましいと考えられる。

1-8. 水温操作

従来法の採卵では、輸送水温と採卵水槽に水温差を設けて、水温上昇の刺激により産卵を誘発する方法が一般的である。従来法の設定水温はこの 2 点で、採卵期間も短いことから通常は多くの水温操作を行わない。しかし、



図 6-2-7 サイフォンによる残餌と糞の回収
残餌はネットで受け、摂餌量を把握する

短期催熟では、従来法よりも多くの工程を要するので、その際に有効と思われる水温を表 6-2-1 に示した。

最も低水温の 12℃は、個体に大きな負担のかかる、眼柄処理、採血および生検法などを実施する際に用いている。低い水温で生理的活性を下げることにより麻酔的な効果を期待しており、実際に親エビをこの水温下に置くと、暴れることが少なくなりハンドリングが容易となる。この水温でクルマエビは、摂餌せず、卵黄形成もほとんど進行しないため、長時間置かない方がよい。

水温 15℃は、個体を安静にできる温度と考えている。この温度では、摂餌が認められ、卵黄形成は進む (第 3 章第 1 節参照) が産卵は抑制 (第 4 章第 5 節参照) される。このため、輸送や産卵同期化の際に設定される水温である。

眼柄処理した個体に明瞭な卵巣発達が認められた水温は、18~24℃の範囲であった。従来法では、搬入した天然親エビを採卵水槽に移す際に、水温を上昇して産卵を誘発する。当初は短期催熟もこれに倣い、催熟の水温を 22℃におさえて、採卵水温 (24℃) との水温差を設けていた。しかし、眼柄処理で養成した親エビの産卵率は総じて高く、差温刺激による産卵の誘発効果も認められないため、水温を 24℃まで上げて催熟飼育を行っても差し支えないと思われる。

水温 24℃は、従来法の採卵において成熟した個体の産卵誘発や種苗生産など、成長段階を問わず暖海性のク

ルマエビの活性を良好に保って飼育する際に用いられている。この水温では活発な摂餌や卵黄形成の促進もみられる反面、卵黄形成が進んだ状態で搬入した天然親エビでは、卵巣の変性・退行も起こる。

なお、各成熟段階の個体が眼柄処理から産卵までに要する時間と水温の関係については後述する。

表 6-2-1 クルマエビの生理状態と水温の関係

水温(°C)	12	15	18~24	24
用途	麻酔	安静	催熟	排卵誘発
摂餌	なし	あり	活発	活発
卵黄形成	停止	進む	促進	促進・変性
排卵	起きない	起きない*	起きる	誘発される

*. 成熟期の天然親エビでは排卵が起きる

2. 短期催熟の実例(2013年度)と眼柄処理から産卵までの日数

2013年に愛知県栽培漁業センターが早期放流用の種苗1,000万尾を生産する際に実施した短期催熟の実例と、これまでの催熟試験および種苗生産業務の採卵から示された、眼柄処理から産卵までに要する日数について解説する。

2-1. 短期催熟の実例(2013年度)

2013年度の早期放流用の種苗生産に用いた親エビは、西部遠州灘で小型底びき網により漁獲され、4月16日に愛知県西尾市一色町で入手した交尾栓を持つ成体雌エビである。

採卵用に搬入した131個体のうち、40個体は生検法と卵巣の色調観察により成熟期と判断され、残る91個体は全て外因性卵黄蓄積期(卵影比はおおよそ30~65%)であった。これら131個体は、水温14.3°Cで、ゴカイを与え一晩の馴致飼育を行った。翌朝までに死亡する個体

はなかったが、成熟期の20個体が産卵していた。成熟期の個体は、その後も低水温下で産卵したことから、表層胞が形成された段階で入手した個体は、産卵の抑制が困難と思われた。

図6-2-8と表6-2-2には、91個体の外因性卵黄蓄積期を用いた催熟、採卵の工程と結果をそれぞれ示し、図6-2-9にはこの間の水温変化(設定値)を示した。入手翌日(0日目)の午前中に全ての個体に片眼処理を施し、ゴカイを与えて、20時までに水温を20°Cまで上昇して催熟飼育を開始した。翌朝(1日目)までに3個体が死亡したが、産卵は皆無であり、何れの個体も顕著な卵巣発達は認められなかった。2日目の朝までにさらに1個体が死亡したが、産卵個体はなかった。この時の観察では、殆どの個体の卵巣が眼柄処理した時よりも発達しており、このうち産卵が近いと思われる71個体を15時頃から水温24°Cの採卵水槽に移した。これらは翌朝(3日目)までに死亡することなく、22個体が完全産卵して、1,104万粒の受精卵が得られた。この日に産卵しなかった49個体は、朝のうちに催熟水槽に戻したが、採卵水槽へ収容する時刻が遅れたため、催熟水槽の中で5個体が産卵した。残る44個体を採卵に供したところ、35個体が翌朝(4日目)までに完全産卵して、1,785万粒の受精卵を採取した。この二日間で、847万個体(ふ化率76.7%)と1,342万個体(ふ化率75.2%)の合計2,189万個体のふ化幼生が得られ、予定数に達したため、翌日(5日目)さらに8個体が完全産卵したが、この受精卵は種苗生産に用いなかった。この催熟により眼柄処理に反応して卵巣の発達した個体の割合(成熟率)は86.8%(79/91)、供試した親エビ1尾あたりから得られたふ化幼生数(採卵効率=2,189/91)は、24.1万個体であった。なお、種苗生産に用いた受精卵を産出した57個体の親エビから受精嚢を採取し、1個体1検体としてPRDV検査を行ったが、PRDV陽性となる個体はいなかった。

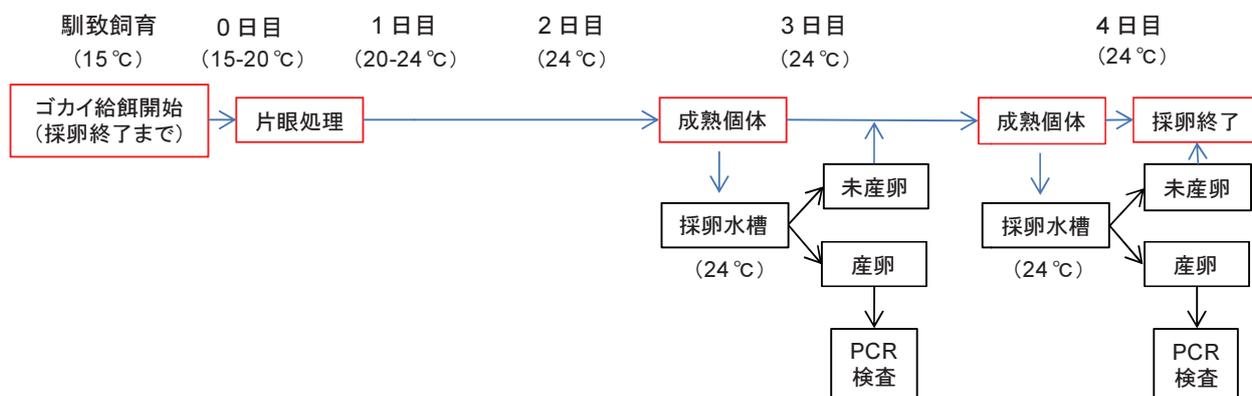


図 6-2-8 短期催熟による採卵の工程 (2013年4月, 愛知県栽培漁業センター)

経過日数は、眼柄処理の日を0日目とした

表 6-2-2 短期催熟，採卵の実例（2013 年 4 月，愛知県栽培漁業センター）

催熟結果					採卵結果						
供試 (尾)	死亡 (尾)	成熟 (%)	成熟 (尾)	成熟 (%)	採卵日	供試 (尾)	産卵 (尾)	産卵率 (%)	採卵数 (万尾)	ふ化幼生 (万尾)	ふ化率 (%)
91	4	4.4	79	86.8	3日目	71	22	31.0	1,104	847	76.7
					4日目	44	35	79.5	1,785	1,342	75.2
					合計	71	57	80.3	2,889	2,189	75.8

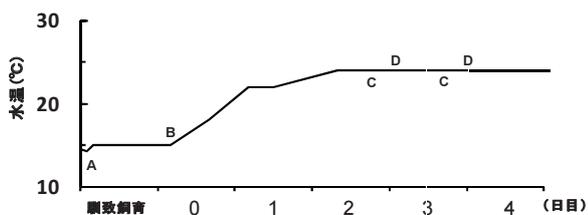


図 6-2-9 短期催熟による採卵の水温経過（2013 年 4 月，愛知県栽培漁業センター）

A, 輸送；B, 眼柄処理；C, 採卵水槽収容；
D, 催熟水槽へ戻す
経過日数は，眼柄処理の日を 0 日目とした

2-2. 眼柄処理から産卵までの日数

催熟の飼育中に親エビが産卵しても受精卵は回収することができない。また，毎晩，採卵水槽に親エビを移すと，度々ハンドリングのストレスを与えるうえに，摂餌量の多い夜間が無給餌となるため，産卵日の見極めが重要である。

生検法^{4,5)}で養成親エビの成熟段階と産卵の関係を調べたところ，眼柄処理から 3 日目と 4 日目の個体は，午前中の段階で表層胞が形成されていなくても，半日程度のうちに目に見えて卵巣が発達し，翌朝までかなりの個体が産卵する。この点は，天然親エビと大きく異なり，卵黄形成が急速に進む養成親エビでは，表層胞の形成が産卵の目安にならない可能性が示されている。

これまでの催熟試験でみると，眼柄処理してから産卵までの日数は，供試個体の大きさと成熟度および実施時期に影響されるようである。小型で卵影の全くない個体は，眼柄処理に反応するまでの時間に個体差があり，一週間程度を要する個体もみられるが，卵巣が発達し始めると，大型あるは卵黄形成中に眼柄処理した個体と同様に 3 日程度で産卵に至る。また，産卵盛期（高水温期）に入手した個体は，後述するように眼柄処理から 3 日目と 4 日目に産卵が同調せず，眼柄処理から 1, 2 日目に産卵する個体の割合が多くなる。

図 6-2-10 には，早期採卵の行われる 4 月に平均水温 21~24°C で，図 6-2-1 に示した C~D の明瞭な卵影を持つ外因性卵黄蓄積期の個体を催熟した際に，眼柄処理か

ら産卵するまでの日数を示した。この図が示すように，早期の外因性卵黄蓄積期の個体であれば，眼柄処理から 3 日目と 4 日目に 80%以上の個体が産卵し，これ以外の日に産卵する個体は極めて少ないことが明らかとなった。図 6-2-1 に示した C と D の個体では，卵影は全く異なり，GSI も 3~7%の大きな差があるとみられるが，眼柄処理して催熟すると産卵までの日数には 1 日の差しかないようである。このため，当所では，眼柄処理から 2 日目の午後 3 時頃から卵巣成熟を確認し，概ね成熟したと思われる個体を採卵水槽に移している。それ以前に産卵する個体もごく希にみられるが，作業性と前述のハンドリングストレスや無給餌を避けるため，催熟の水槽で飼育を継続している。

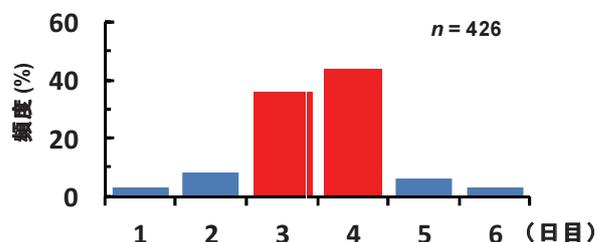


図 6-2-10 外因性卵黄蓄積期の個体が眼柄処理から産卵するまでの日数

3, 4 日目に 80%以上の個体が産卵

3. 短期催熟技術の実用性

前節の検討で開発された短期催熟の実用性をみるため，他機関が実施した結果とこの技術の採算性および汎用性について解説する。

3-1. 他機関による短期催熟の実証

表 6-2-3 には，2012 年度に（公社）山口県栽培漁業公社，（株）長崎県漁業公社および当所が実施した，短期催熟と採卵の結果を示した（平成 24 年度日本水産学会秋期大会発表）。短期催熟と採卵は合計 7 回次実施され，このうち 4 回次は，大分県佐伯市鶴見町，3 回次は，愛知県西尾市一色町で入手した親エビが使用され，いずれ

表 6-2-3 事業規模の短期催熟による採卵結果*1

実施機関	(公社)山口県栽培漁業公社		(株)長崎県漁業公社			(公財)愛知県水産業振興基金		3機関合計	
	親エビ産地	大分県*2	愛知県*3	大分県	大分県	大分県	愛知県		愛知県
入手月日	4月6日	4月20日	3月21日	4月30日	5月1日	4月24日	4月26日		
採卵期間	6日間	5日間	9日間	8日間	6日間	6日間	5日間		
供試	(尾)	50	104	16	83	27	62	36	378
成熟率*4	(%)	98.0	97.1	62.5	84.3	74.1	80.6	72.2	86.2
産卵率*5	(%)	77.6	73.3	100.0	80.0	75.0	98.0	100.0	82.2
採卵数	(総数) (×10 ⁴)	1,467	2,483	206	1,122	348	2,121	1,014	9,775
	(親1尾) (×104)	38.6	33.6	20.6	20.0	23.2	43.3	39.0	36.5
ふ化率	(%)	42.6	81.4	86.9	85.3	87.1	93.0	91.0	71.4
総ふ化幼生数	(×10 ⁴)	625	2,020	179	957	303	1,973	923	6,979
採卵効率*6	(×10 ⁴)	12.5	19.4	11.2	11.5	11.2	31.8	25.6	18.5

*1. 平成24年度日本水産学会秋期大会発表

*2. 大分県佐伯市鶴見町; *3. 愛知県西尾市一色町 *4. 成熟した個体数を供試個体数で除した値

*5. 産卵した個体数を成熟した個体数で除した値; *6. 得られたふ化幼生数を供試個体数で除した値

も早期採卵に向けて3月21日から5月1日の間に実施されている。

各回次の供試個体数は、16個体から104個体と様々であるが、成熟率は何れの回次も高く、加重平均で86.2%であったことから、この時期であれば殆どの個体が片眼処理で催熟できると考えられる。また、催熟できた個体の産卵率は、従来法における4月の産卵率(約40%)を大きく上回る82.2%(加重平均)を示した。各採卵回次の採卵数も多く、産卵個体1尾あたり36.5万粒(加重平均)が得られていることから、多くの個体が完全産卵したと思われる。3機関が実施した短期催熟による採卵結果を総合する採卵効率(総ふ化幼生数/供試尾数)は、4月の従来法(5万個体)の3倍を上回る18.5万個体を示した。

3-1. 短期催熟の採算性と普及性

以上のように短期催熟では、異なる機関が別の産地の親エビを用いて実施しても、安定して高い採卵効率が得られている。また、この技術は、いずれの栽培漁業センターでも保有していると思われる、汎用的な小型水槽による実施が可能であり、新たな設備投資を必要としない。

以下には、実施に必要な経費を短期催熟と従来法と比較した。クルマエビの採卵に必要な経費は、主に親エビの購入費用と産卵誘発の水温上昇に必要な燃料費である。このうち天然親エビは、一個体あたり2,000円前後と高価であるため、その購入経費は種苗生産経費の15~20%を占めるといわれている⁶⁾。従来法で4月に採卵した際の採卵効率は、5万尾程度¹⁾であるため、仮に1個体2,000円の天然親エビで1,000万個体のふ化幼生を得るための採卵を実施すると、親エビの購入費用は40万円必要となる。

短期催熟では従来法の2倍以上の採卵効率が得られるため、同規模の採卵では、親エビの購入費用は少なくと

も20万円削減できる。これは、成熟期個体を選別する必要がないため、大型雌エビのみを食用の流通価格に近い値段で入手できれば、さらに少なくなる可能性もある。短期催熟では、この他に従来法よりも5日間程度長くなる飼育に必要な、ゴカイと加温の経費がかかる。しかし、100個体程度の親エビ飼育に必要なゴカイと有効水量6m³程度の加温にかかる5日間の費用は、20万円を超えることはないと思われる。以上から本節で紹介した短期催熟は、クルマエビ栽培漁業で重要な早期種苗の生産を安定的に効率化することができ、全国の栽培漁業センターへの普及性も高いと考えられる。

4. 今後の課題

PAVの原因ウイルスであるPRDVが、天然のクルマエビから検出される割合は、高水温となる産卵盛期の方が高い²⁾。しかし、短期催熟が有効な早期採卵の時期においても、漁獲物にPRDVを保有する個体が含まれている可能性もある。さらにPRDVの検出率は、飼育期間が延びると顕著に高くなることが知られている²⁾。つまり、早期に同じ海域の親エビで採卵しても、PAVに感染する危険性は、従来法よりも短期催熟の方が高いと考えられる。このため、短期催熟を行う際には、第5章第4節を参考にPAVの防疫対策を徹底する必要がある。また、一週間程度の飼育をともなう短期催熟では、飼育前にPRDVを保有する個体を排除することが、最も効果的な防疫対策となることから、この技術の開発が望まれる。

一方、眼柄には、卵黄形成を抑制するホルモン(VIH)だけでなく、血糖上昇や脱皮など個体の生命に関わる重要な種々のホルモンが存在する。片眼とはいえこれらの機能を遮断する眼柄処理は、個体に与えるダメージが極めて大きいと考えられる。本節で紹介した短期催熟の技

術は、眼柄処理で比較的良好な卵巣成熟が得られる個体や時期などの条件を決定し、採卵の効率化を図ったものである。これは、VIH を除去した点で内分泌の操作にあたるが、内分泌系をコントロールできているわけではない。この点が、既に卵形成や排卵の主要な機構が解明され、その調節による採卵技術が確立された種もある魚類と大きく異なる。しかし、クルマエビ類についても近年の分子生物学的な研究により、内分泌調節機構に関わる新たな知見が次々と報告されている⁷⁾。このような研究の進展により、内分泌系の調節が、新たな採卵技術として眼柄処理に代わることを期待したい。

(水藤勝喜・小椋友介・柘植朝太郎)

文 献

- 1) 加治俊二. 種苗生産に用いるクルマエビ親エビの入手, 採卵状況 (平成 7-9 年度). 日本栽培漁業協会研究資料 1998; **74**: 1-9.
- 2) Mushiake K, Shimizu K, Satoh J, Mori K, Arimoto M, Ohsumi S, Imaizumi K. 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.* 1999; **34**: 203-207.
- 3) 齋藤洋昭, 青野英明, 丹羽健太郎. クルマエビ催熟への餌飼料からのアプローチ -クルマエビの成熟に関与する餌料生物の化学成分の検討-. 水産総合研究センター研究報告 2006; 別 **5**: 9-13.
- 4) 水藤勝喜, 荒川哲也, 伊藤英之進. 生検法による種苗生産用親エビの成熟度観察. 栽培技研 1996; **25**: 27-35.
- 5) 宮島義和, 松本淳. 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 1996; **25**: 37-40.
- 6) 古澤 徹. 暖海性甲殻類人工産卵技術開発の進め方について. さいばい 1992; **63**: 44-46.
- 7) Katayama H, Ohira T, Nagasawa H. Crustacean Peptide Hormones: Structure, Gene Expression and Function. *Aqua-BioScience Monographs* 2013; **6**: 49-90.