

モクズガニ種苗生産技術の再構築

石川 徹・稲葉太郎・中城 岳・高月 明・渡辺 貢（高知県内水面漁業協同組合連合会）

1 目的

高知県では、高知県内水面漁業協同組合連合会の努力により、平成 10 年代にモクズガニの種苗生産技術が定着し、県内に安定的にモクズガニ人工種苗の供給ができるようになった。

一方、近年は親ガニの確保など採苗に関するコスト高や、同一施設内で種苗生産を行うアユの防疫管理に支障が出るといった懸念など、複数の問題が指摘されていた。そのため、このような問題点に対処するための新しい手法の導入等を検討し、生産マニュアルを作成した。

本報告には、高知県内水面漁業協同組合連合会における生産を前提としたマニュアルを掲載した。

モクズガニ種苗生産マニュアル

令和 5 年 9 月

高知県内水面漁業センター

本書は、高知県内水面漁業センター「モクズガニ種苗生産技術の再構築」事業（令和 4 年、5 年）の成果物として、高知県内水面漁連吉川種苗センターでの生産を前提に作成した。

目次

1	抱卵雌ガニの確保と蓄養	3
(1)	採捕方法	3
ア	浦戸湾	3
イ	四万十川下流	3
(2)	輸送方法	3
(3)	蓄養方法	4
(4)	採苗	4
ア	雌ガニの熟度判別	4
イ	卵管理（ふ化から池入れ）	4
2	種苗生産	6
(1)	飼育水	6
(2)	飼育施設、エアレーション等	6
ア	水槽	6
イ	エアレーション	6
ウ	排水	6
(3)	生産（ゾエア期（Z1～Z5））1～15 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	7
ア	餌飼料	7
イ	環境	7
ウ	その他	7
(4)	生産（メガロパ期（M））12～24 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	8
ア	餌飼料	8
イ	環境	8
ウ	その他	8
(5)	生産（C 期（C1 以降））24～30 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	9
ア	餌飼料	9
イ	環境	9
ウ	その他	9
(6)	取り上げ及び放流	9
ア	取り上げ	9
イ	放流	10

1 抱卵雌ガニの確保と蓄養

モクズガニの産卵時期は、春季と秋季の2回あり、太平洋側は秋産卵、日本海側及び瀬戸内海は春産卵とされる。秋産卵タイプの親ガニは、11月頃までに降河し、交尾・産卵すると考えられている。

1個体の雌ガニは3回程度抱卵するが、回数を追うごとに抱卵数は少なくなるとされる。また、1回目の抱卵が最も種苗性が高い（ふ化率や生残率が高い）とされていることから、初回抱卵個体を得るためには、12月頃から出漁を依頼することが望ましい。購入する雌ガニに選択の余裕がある場合は、できるだけ抱卵量の多い（初回抱卵の可能性が高い）個体を選ぶようにする。

抱卵ガニは、蓄養時の生残率が低く、長期の飼育は困難なため、生産のやり直し等で新たな雌ガニが必要となった場合は、その都度追加購入するようにする。

（1）採捕方法

ア 浦戸湾

浦戸湾では、1～3月にノコギリガザミの漁獲を目的とした刺網漁で、成熟個体が混獲され、抱卵個体の比率は半数程度と高い。刺網の設置位置は水深10mの箇所であり、産卵期の雌ガニは、内湾の塩分濃度が安定した比較的水深の深い箇所に分布していると考えられる。

漁法が刺網の場合、脚等に絡んだ網を外すのに時間がかかるため、カゴ漁の方が望ましいが、これまでモクズガニ漁獲のためにカゴを設置しておらず、漁獲実績が少ないため、漁獲効率が下がるおそれがある。

海面における（浦戸湾は海面）かご漁や刺網漁は自由漁法ではないため、漁業者に採捕を依頼する必要がある。

イ 四万十川下流

河川におけるモクズガニ漁は、12月～3月が高知県内水面漁場管理委員会の委員会指示による禁漁期となっているため、必要となる手続きを行ったうえで、採捕者を雇用して行う（雌ガニの購入は出来ない）。四万十川下流では、採捕時期は12月～3月となる。令和4年度のカゴ漁による試験採捕で、抱卵した雌ガニが採捕出来る場所がある程度絞り込めているので（四万十川大橋より下流、中筋川下流、竹島川下流）、その場所を中心に採捕を依頼する。

（2）輸送方法

外仔が干出しないように、海水を3分目程度まで入れた60L程度のクーラーボックスに、10尾を目安に収容する（2時間程度ならエアレーションなしでも輸送可能）。浦戸湾の場合は、船の狭いカンコ内で他の漁獲物（魚類、エビ類、ガザミ類）とともに保管しているため、漁獲後速やかに買い取りすることが望ましい。

（3）蓄養方法

2～3t程度の長方形の水槽に建築用コンクリートブロック（空洞ブロック）を並べ、

10cm 程の水深（ブロックが浸る程度）に海水を張る。水槽を屋外に設置する場合は、ストレス対策として、寒冷紗などで日覆いをしておくことが望ましい。また、鳥よけのネットも適宜設置する。換水量は海水で 2～3t/h（10 回転/日以上）とし、高換水を維持することで死んだ外仔や汚れを除去する（個体のグルーミングに任せる）。水温は 20℃程度を維持することが望ましいが、換水率が高いため、ヒーター等による加温は難しい。雌ガニは背中に耐水マーカーでナンバリングし個体識別する。外仔（受精卵）の熟度が低いうちは、個別隔離せずに複数尾を蓄養水槽に収容する（雌ガニは個々のブロックをシェルターとして活用）。定期的に外仔を採取し、発生状況を観察する。ある程度熟度の高まった（発生の進んだ外仔を持つ）個体は、同じ蓄養水槽の中で、コンクリートブロックを入れた蓋つきのかごに一尾ずつ個別隔離して収容する。

蓄養期間中の餌は、アユの稚魚（0.5g 前後、種苗生産で発生する選別後の不要アユを冷凍）を与える。雌ガニ 1 尾あたり 2～3 尾を午前中に 1 回給餌し、水が汚れないよう、翌日残餌を回収後、新しい餌を与える。

（４）採苗

ア 雌ガニの熟度判別

熟度が高まり隔離した雌ガニの外仔を定期的に観察し（あまり頻繁に行うと雌ガニにストレスを与えるので注意）、発眼後卵黄が分離した頃に（この状態になるとふ化まで 1～2 日）ふ化槽へ移す。

※既存の文献（福岡県豊前水試の石田氏のイラスト）を参考にするとよい。

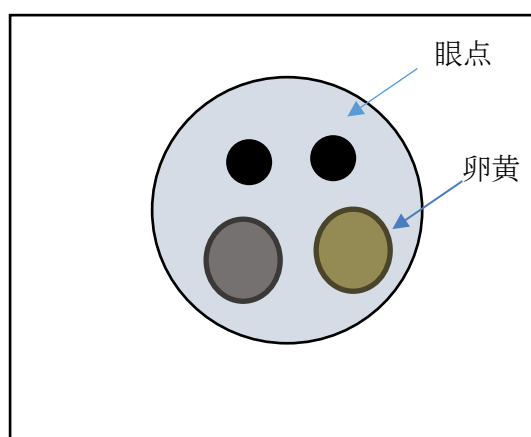


図 1 ふ化 1～2 日前のモクズガニ受精卵の模式図

イ 卵管理（ふ化から池入れ）

1 尾の雌ガニから、初回産卵で 20 万尾～40 万尾のふ化幼生を生じる。生産水槽 1 トンあたり 1 万尾程度（1～2 万尾の池入れは可能だが便宜上 1 万尾とする）が適当であるため、50t 水槽の場合、同等の成熟条件を満たす 2～3 尾の雌ガニを用いるようにする。ふ化日が異なると水槽内での成長差が大きくなり、後々共食いが激しくなることから、ふ化日はできるだけそろえる必要があるため、同一日にふ化した幼生のみを池入れ

するようにする。

ふ化槽（500L 円形黒ポリ）は、ふ化した幼生をサイフォンやドレンで生産水槽へ移送できるよう、生産水槽の水面よりも高い位置に設置する。

ふ化槽に海水を 7～8 分目まで注水し、あらかじめ水温を 22℃程度に上げ（1kw ヒーター及びサーモスタットを設置）、中央付近で微通気を行う。このふ化水槽に、ふ化直前の受精卵を持つ親ガニ 1 尾をカゴに入れた状態で収容する。ふ化予定前日の夕方には、ふ化幼生の餌料として、ワムシ（10 個体/ml 程度）を投入しておく。卵の熟度判定が正確であれば、雌ガニを収容した後、一昼夜ほどでふ化が終了し、ふ化槽内にゾエアが泳ぎ出す。ふ化が終了したら親ガニを取りだし、ふ化前、ふ化後の体重の差から、ふ化幼生数を算出する。

算定式：「ふ化幼生尾数＝（ふ化前雌ガニ体重（g）－ふ化後雌ガニ体重（g））×1.9 万尾」

この後、ふ化水槽の底掃除を行い、死んだ幼生を容量法で計数する。死んだ幼生の率が高い（2～3 割以上）あるいはゾエアの活性が低いロットは廃棄する。生産に移行できると判断したロットは、雌ガニのカゴを除いた後、生産水槽内に幼生をサイフォン等で移槽する。

参考とした他県施設における成功事例では、生残率は C1 までで 50%とされており、高知県におけるモクズガニ種苗の必要尾数 10 万尾（ただし、高知県内におけるモクズガニの義務放流量は 35,000 尾から 40,000 尾）は、1 生産回次分で充足できる。

※容量法：サイフォンで吸い出したゴミや死骸の全量をパンライト水槽に受け、計量カップ等で一部を抽出し、計数して全体に引き延ばす。

（例）30L 吸い出した場合、そこから 300ml を抽出して死骸を計数する。10 尾の死骸があったとすると、10 尾×（30,000ml÷300ml）＝斃死尾数 1,000 尾となる。

表 1 生産水槽の容量と収容尾数等

生産水槽の容量	幼生の収容尾数	雌ガニの数	備考
50t	50 万尾	2～3 尾	熟度の合う雌ガニをそろえることが難しい
25t	25 万尾	1 尾	
12t（3t×4 基）	12 万尾	1 尾	
10t（2t×5 基）	10 万尾	1 尾	

※ 1 尾の雌ガニのふ化幼生のみで生産を開始できる、10t から 25t 程度の水槽が望ましい（参考とした他県の施設における生産水槽は 25t）。

※生産ポイント 1：種苗性の高い受精卵の使用

甲殻類の種苗生産においては、種苗性の高い（幼生死亡率の低い）受精卵を用いることがその後の生産の成功率を上げる重要なポイントとなる。既に抱卵した雌ガニを多数準備し、抱卵量や成熟状況等でふるいにかけながら種苗性の高いものを絞り込んでいく。ふ化時及び Z2 変態時までに斃死率が高いロットは早めに廃棄し、次の生産に切り替えるようにする。

2 種苗生産

(1) 飼育水

内水面種苗センターではUV殺菌海水を使用しているが、この状態では原虫や真菌の侵入のおそれがあるため、以下に示す塩素殺菌を行った後、使用する。

50～100t 水槽に原水を張り、1t あたり有効塩素濃度 12%の次亜塩素酸水 4ml を滴下し、殺菌海水とする。その際、通気をしておくことにより、約2時間で塩素が抜けるため、中和のためのチオ硫酸ナトリウムは使用しない。2時間以上経過したら、チェックシートを用いて塩素の残留がないことを確認し、翌日の飼育水として用いる。原水に金属イオンが多い場合はキレート化して水や水槽壁が茶褐色に変色することがあるが、飼育水に使用できないことはない。

水温は22～24℃を維持するようにし、塩分濃度は淡水馴致を行うまでは原水と同じ18‰程度を維持する（他県施設では通常30‰程度）。

※生産ポイント2：塩素殺菌海水の利用

甲殻類の種苗生産で多発する真菌症やツリガネムシ等の影響を考慮し、飼育水には塩素殺菌海水を利用することが重要。内水面種苗センターの取水もイクチオホヌス等の真菌類が侵入する可能性があるため、既存のUV殺菌に加え、塩素殺菌を導入することが望ましい。

(2) 飼育施設、エアレーション等

ア 水槽

内水面種苗センターの飼育水槽は50tの八角形の水槽で、水深は2m程度であり、アユ種苗生産時にはワムシ培養槽として使用している。特に、C1期以降は、匍匐して逃避する個体が出てくるので、水槽上面に内側にせり出すようにステンレスの板を取り付けた所謂「カニ返し」を設置する。

50t水槽は、ボイラーからの熱交換配管が設置されているため、これにより加温する。その他、小規模な水槽で行う場合は、電気式のヒーターを投入して加温する（25t水槽であれば1槽あたり2kwのチタンヒーター6本で加温可能、水槽の規模に合わせて適宜設置）。

生産水槽は寒冷紗等による照度調整は特に行わない。照度を下げるとツリガネムシが発生しやすくなる。また、直射日光は避けた方がよいが、明るいほど摂餌活性は高く健苗育成につながる。

イ エアレーション

四隅にユニホース製のエアブロックを設置し、池中央の6カ所程度にエアストーンを垂下する。エアブロックは、できるだけ壁面に沿わせるために（水槽底面にRがあるため）吸盤やロープ等で固定する。エアは幼生の成長段階に合わせて強くしていく。エアの強弱についての判断基準は、エアブロックの場合はエアの払い出しの長さ、エアストーンについてはエアの広がる直径を見ながら判断する（具体的な判断基準は後述の生産に記載）。

ウ 注排水

注水は、殺菌海水を貯留した水槽からポンプアップして行う。エアブロックにより生

じる流れを遮らないように池の側面に沿って注水する。

排水は中央の排水筒にステンレスのスクリーンメッシュを差し込んで行う。別途、塩ビ管にスクリーンメッシュを貼り合わせたアンドンの中にサイフォンを通して行ってもよい。

(3) 生産（ゾエア期（Z1～Z5）1～15 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

ワムシ（Z1～Z5）：5～10 個体/ml を維持、3～5 億個体/日

※ワムシ密度は、50 個体程/ml までは多くても問題ない。また、毎日（朝・夕）藻類を添加していれば飢餓ワムシにはならず、所謂「ほっとけ飼育」的な管理も可能と思われる。

アルテミア（Z2～Z5）：1,500 万個体（Z2）～5,000 万個体/日（Z5）

配合飼料：30（Z3）～50g/日（Z5）アユゴールド2号など（特に甲殻類用である必要は無い）

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）

換水量：0（Z1）～100t/日（Z5）（換水率として0～200%）1日齢毎に約10t追加

排水目：40～50 目（排水口付近にエアストーンの上昇流をつくると幼生が取り付きにくい）

藻類添加：400（Z1）～1,000ml/日（Z5）※初日のみ800ml

（藻類の添加については、別途500L水槽を用意し、そこに井水（淡水）とクロレラを投入し350～400Lにしたものから定流量ポンプを用いて飼育水槽に供給する）

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）1（Z1）～2.5m（Z5）

エアストーン：（エアの広がる直径）0.2（Z1）～1.5m（Z5）

ウ その他

6 日齢で全面底掃除を実施し、斃死個体を容量法で計数、斃死率が15～20%以上の場合は廃棄する（数回連続で廃棄となる場合あり）。

飼育尾数の把握は難しく、夜間に柱状採水を行うこともできるが、幼生の分布が一樣でないため精度は低いと思われる。従って、日中に底面の斃死個体を目視で確認、夜間に懐中電灯で照らして生残個体を確認する。底面にゴミの溜まった箇所がある場合は、適宜サイフォンで吸い出して底掃除する。

紅色細菌が底面に発生する場合、エアや水の回りが悪い可能性があり、改善を要する。

※生産ポイント3：早期の飼育継続可否判断

飼育初期（6 日齢）に飼育継続の如何を判断すること。甲殻類種苗生産においては、変態期（モクズガニではメガロパへの変態期が12～15 日齢）での凋落が多い。不調ロットの飼育を継続した結果、生産尾数が不足した際に、産卵適期を逃してしまい、次ロットの生産ができなくなる可能性がある。

※生産ポイント4：強めの水流（エアレーション）

比較的強めのエアレーションで、強い流れを作ることが重要である。死に水を作らないことで、有機物の分解を促進し、幼生同士の取り付きも防ぐ狙いがある。県栽培漁業センターにおけるクマエビの種苗生産でも、強いエアレーションで攪拌することで共食いを防ぐことが出来たことから、棘のあまり長くない甲殻類であれば、強いエアによる攪拌は有効と思われる。

（４）生産（メガロパ期（M））12～24 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

アルテミア：5,000 万個体/日（翌日池内に残るようであれば給餌量を減らす）

冷凍コペポータ：500～700g/日（メガロパ推定尾数（万尾）×30g で計算、ドリップはよく切っておく）

配合飼料：50～70g/日 アユ用配合飼料など（種類サイズはそこまでシビアでない）

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）

換水量：110～140t/日（換水率として 220～280％） 1～3 日齢毎に約 10t 追加

排水目：30 目

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）2～2.5m

エアストーン：（エアの広がる直径）1.5m

ウ その他

C1 への変態直前には、エアの作る流れに逆らって泳ぐ遡上行動が見られる。また、換水筒に取り付き匍匐し始めるので、その時期には付着用のネットを浸ける。これには、シェルターの役割もあり、共食い防止が期待される。また、M から C1 への変態は主として底層の堆積物中で行われているようなので、無理に底掃除は行わず、硫化水素が発生するような底質悪化を防げば、かなりスムーズに変態を促進できるシェルターになるのではないかと考えられる。

※M の後期から塩分濃度を低下させることは可能。内水面種苗センターの塩分濃度では、C1 になれば最短 2 日で淡水馴致可能である。施設全体での海水使用の逼迫状況によっては、早めに淡水馴致することも選択肢のひとつとなる。

（５）生産（C 期（C1 以降））24～30 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

アルテミア：5,000 万個体/日（C1 になると遊泳するアルテミアはほとんど捕食せず、メインの餌は冷凍コペポータと配合になるので、給餌するとしても少量でよいと思われる。）

冷凍コペポータ：500～700g

配合飼料：70g/日 アユテックなど

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）→26 日 10‰→28 日 5‰→30 日淡水

換水量：140t/日（換水率として 280%）

排水目：30 目

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）2.5m

エアストーン：（エアの広がる直径）2m

ウ その他

C1 以降は、水槽壁を伝って逃避する個体が出てくるので、ステンレス板の「カニ返し」をあらかじめ設置しておく。初の C1 個体が見え始めてから 5 日以降に取上げる。

（6）取り上げ及び放流

ア 取り上げ

取り上げの際には、あらかじめ底掃除をしてゴミをできるだけ除去しておく（この時吸い出した稚ガニは、生産水槽に戻しても良い）。また、付着器をあらかじめ引き上げ、稚ガニをたらいなどにふるい落としておく。その後、底面排水時の水勢を弱めるため、アンドンからの排水により 30t 程度まで水位を下げておく。

底面排水のバルブ口に塩ビのエルボを取り付け（複数用いて水流が上を向くように調整しておく）、取り上げ専用の 30 目の袋網の口部分をシリコンチューブでエルボに隙間なく縛り付ける。袋網にはあらかじめ専用の金枠を取り付けて隅を張り、稚ガニの入る空間を確保しておく。

排水とともに放出された稚ガニが、袋網に強く押し当てられないよう、バルブを徐々に解放する。（このとき、堰板などで排水溝の水位調整も行う）。生産水槽の底面が干出し始めたら、ホースで生産水槽の内壁や底面に水をかけ、稚ガニを洗い流す。全ての稚ガニを回収したら、袋網を外し、たらい等に移す。移した稚ガニを 500ml 程度の計量カップですくい取り、総重量を計測する。重量計測中に少なくとも 2 回、目測で 100 尾前後の稚ガニを手ですくい取り、500ml の計量カップに移した後、その重さを量り、尾数を数えて平均体重を算出する。取り上げた稚ガニは、一旦 1t のパンライト水槽（カニの脚が掛からないポリカーボネート製、アルテミアふ化用のサミットでも可）に収容する。

取り上げた稚ガニは、以下の 2 通りの方法で出荷用の荷姿にする。

①ウナギ袋を用いる方法

あらかじめ 17～18℃の淡水 500ml 程度を入れたウナギ袋（2 重になったビニル袋）に漁協の要望に応じて稚ガニ 1,000～5,000 尾程度（C1 の場合、水掛重量で 1 尾 10mg 程度、10g～50g）を入れ、酸素を充填した後に、ゴムバンドで縛る。

②ローリータンクを用いる方法

あらかじめ 17～18℃の淡水を 7 分目程度入れたローリータンク（200L、500L 等）

に、100L あたり C1 で 10,000 尾程度 (100g) の稚ガニを収容する。通気はブロワー (浄化槽用、車載インバーター電源) で行い、稚ガニが隅で折り重ならないよう攪拌する。また、ローリータンクの蓋には、排気用の小さい穴を開けておく (稚ガニが逃げないよう小さいものを複数開けておくと良い)。

イ 放流

C1 は放流サイズとしては小さいので、同じサイズの天然群が分布すると考えられる河川下流部の流れが弱い箇所に放流する。また、匍匐能力がまだ高くはないので、できるだけ隠れ場の多い場所 (ヨシ帯など) を選んで行うようにする。ウナギ袋による出荷の場合は、その袋をもって放流場所に移動し、袋内のカニを複数回に分けて放流する。ローリータンクの場合は底面のホースから複数回に分けて放出するか (最後にタンク内に残ったカニを流す水を用意しておく)、蓋を開けて目の細かい網ですくい取り、バケツに移して放流する。いずれにしても、できるだけ同じ場所に集中しないよう分散放流を行う。

※水中に露出したヨシの地下茎は、C1 サイズの稚ガニにとって最良の隠れ家になるとされている。

以上