

I 種 苗 生 産

1 親ガニ及び孵化幼生

今年度は羽地、与那城の2漁協から抱卵親ガニを購入した。親ガニのストレスを少なくし、卵塊の空中露出時間を極力短縮するという意味でカニ籠で漁獲された親ガニについては船上で海水タンク中に収容するように依頼した。可能な限りこの籠漁獲個体を手入するようにしたが2回次の購入に於いては籠漁獲個体が充分量入手できなかったため従来の刺し網による漁獲個体も購入した。1回次は132尾(籠漁獲115尾)、2回次は56尾(籠漁獲15尾)、計188尾(籠漁獲130尾)の親ガニを購入した。そのうち種苗生産に使用した親ガニは1回次が18尾(籠漁獲18尾)、2回次が19尾(籠漁獲4尾)で、計37尾(籠漁獲22尾)であった。種苗生産に使用した親ガニの甲幅は1回次が117.5～161.4 mm(平均133.0 mm)、2回次が109.6～176.2 mm(平均134.9 mm)、で全回次平均134.0 mmであった。

購入した親ガニは2基の4 m²FRP水槽にセットした各水槽22個のプラスチック籠(44×27×深さ24 cm)に個別に収容し無給餌で流水飼育した。プラスチック籠内には砂を敷いた。孵化幼生収容予定日前日の夕方に卵塊が暗緑灰色の個体の卵を顕微鏡観察後、翌日孵化しそうな個体を孵化槽(500 ℓ ポリカーボネイト水槽)に収容した。孵化槽は止水、微通気でホルマリン処理(20 ppm)をおこなった。孵化槽へのワムシの給餌は行わなかった。

孵化槽での卵の脱落・沈下幼生による沈澱量の少ない孵化槽を選別し、底掃除後浮上幼生をサイフォンで飼育水槽に収容した。1回次の孵化槽での沈澱量は少なかったが、2回次の刺し網漁獲親ガニは孵化槽での沈澱が観察された。同一飼育水槽への複数日にまたがる幼生収容は避けた。収容に用いた親ガニ数は100 m²水槽1面当たり5～8尾であった。

2 幼生の飼育方法

(1) 飼育水槽及び通気

種苗生産には屋内コンクリート円型水槽、50・100 m²及び屋外6 m²FRP水槽を使用した。1回次の低温期には飼育水をボイラーで加温し25℃に維持した。通気は日の字型に組み立てた13 mm径の塩ビパイプ(55 cm四方:50 m²水槽では5個、100 m²水槽では10個使用した)で行った。通気はZ₁期では弱通気で、除々に強通気にした。

(2) 水作り

幼生収容の8～15日前から飼育水槽にろ過海水を溜め、有機懸濁物・鶏糞水・メタ珪酸ナトリウム及びノリ糸状体培養液肥を添加して収容前の水作りを行った。有機懸濁

物は、冷凍アサリ・配合飼料（クルマエビ用）・マリンGに水を混ぜミキサーの中でよく攪拌し、大きな粒子をゴースネットで濾したものである。これを飼育水1 m³当たり1 g量を毎日添加した。2回次1事例ではアサリを2 g / 飼育水1 m³で添加した。鶏糞水はろ過海水1 m³当たり100 gの発酵鶏糞をゴースネット袋に入れ屋外6 m³ FRP水槽に垂下し、3日間強通気して使用した。添加量は100 m³水槽に対して2 m³で、これを3日に1回添加した。メタ珪酸ナトリウムは45 g / m³、ノリ糸状体培養液肥は1 ℓ / 50 m³を3日に1回添加した。2回次3事例ではメタ珪酸ナトリウム・ノリ糸状体培養液肥を添加しなかった。1回次1事例では1,000 ℓ ポリカーボネイト水槽で培養した珪藻（*Chaetoceros calcitrance*）及びSK培地（日配車えび飼料社製珪藻栄養塩）も使用し珪藻の消長を観察しながら適宜添加した。

幼生収容後はナンノクロロプシスの添加も行った。ナンノクロロプシスはゾエア幼生（以下Z₁～Z₄の間、飼育水中の密度が50万 cells / mlになるように添加した。1回次は悪天候の影響でナンノクロロプシスの培養が不調であったため代替として生クロレラーω3も併用した。鶏糞水・有機懸濁物・メタ珪酸ナトリウム等の他の添加物は幼生収容前と同様の方法でZ₄まで添加を行った。水作りを行う際にはpH、DOを測定し過剰添加による水質悪化防止に努めた。水作りは回次、水槽によって異なり、詳細は表1に示した。

(3) 餌料

基本的な餌料系列はワムシ、アルテミア、アサリ、オキアミ及び配合飼料である。

ワムシはZ₁～Z₄の間10個体 / ml維持するようにした。午後の計数時の密度が5個体 / ml以上の時は午後の投餌を行わず午前のみ10個体 / ml維持するようにした。これによって残餌ワムシが飼育水中に増殖するのを防ぎ、幼生が投餌直後のワムシを摂餌できるようにした。

アルテミアは栄養強化を行わず孵化幼生をZ₃～メガロップ幼生（以下M）の間500～3,000個体 / ℓを午前中に1回投餌した。

アサリ及びオキアミはM期以降にスライスカッターとミキサーでミンチにしたものを100 μmのミューラーガーゼ袋に入れ水洗いして重量50%に調餌した後100 m³水槽で2～4 kgを1日4回に分けて投餌した。

M期後半の補助的餌料としてクルマエビ用配合飼料一種苗用5号・6号（ヒガシマル）を1水槽当たり50～500 g量1日4～7回に分けて投餌した。この配合飼料及びアサリ・オキアミの投餌量はM期以降のSCUBA潜水観察時の幼生の生残状況及び残餌状況に拠って適宜増減した。

上記の餌料以外に微粒子飼料としてZ₁～Z₃の間、MBカラゲナン-3号・4号（理研）も使用し1～2 g / m³で投餌した（表1）。

(4) 換水率、底掃除

飼育水量は満水時の約60%で開始し徐々に水量を増して日令3~5で満水とし、その後流水とした。流水後の1日の換水率はZ期間は10~50%、M期以降は100~300%にした。

水槽底面の掃除は自動底掃除機(ヤンマー)を使用して幼生収容後日令3~5から開始してZ₄まで3日に1回行った。M幼生が出現してからは毎日SCUBA潜水して底掃除をした。

3 飼育結果と考察

3月26日から6月17日の間に2回、延べ8水槽で幼生飼育を行い、63.0万尾のC₁稚ガニを生産した。1回次は50㎡水槽1面、100㎡水槽2面に幼生を収容し3月26日から開始した。親ガニは全て蟹籠で漁獲されたものを使用できたため孵化幼生の活力は良好であったと思われた。しかし、水作り期間及びZ期間中に悪天候が続き照度不足であったため飼育水中天然珪藻の増殖がみられなかった。そのためZ期幼生の活力不足に因るとされるM期での大量斃死がみられた。生産番号1-1は別培養珪藻の添加を行った事例であり天然珪藻の増殖は他事例同様みられなかったものの添加した珪藻はZ₃期まで0.16~6.12万 cells/ml 濃度確認された。この事例はZ₄期までの生残率90.9%、生残密度21,640尾/㎡で高密度に生残した。Z₄幼生の活力も外観上は良好であった。しかし、M幼生出現後3日目からM幼生の死殻が水槽底面に大量に観察され、その大量斃死は3日間続きほぼ全滅状態となり廃棄処分した。これはM幼生に脱皮後急激に幼生の活力が低下したためではなくZ₄幼生の活力不足によるM幼生への脱皮不良斃死であると考えられた。外観上の活力判断は的確ではなかったと思われる。別培養珪藻の添加もZ期幼生の活力向上につながらなかったと考察された。生産番号1-2もZ₄期までの生残率73.2%、生残密度19,210尾/㎡で高密度に生残した。しかし、この事例もM出現後の大量斃死が起こりC₁稚ガニ16.6万尾の生産に留まった。これら2事例の共通点としてZ期間の高歩留り、高密度生残後のM期での大量斃死が上げられる。Z期間の飼育水中珪藻の増殖の有無はZ幼生の生残には直接影響を与えないがZからMへの脱皮に密接に関係すると思われた。生産番号1-3も上記2事例同様Z期飼育中に珪藻の増殖はみられなかった。この事例ではZ₄期までの生残率51.4%、生残密度12,200尾/㎡でZ期の生残状況は他事例と比較して良好でなかった。しかし、M幼生脱皮時及びC₁稚ガニ脱皮時に大量斃死は無かった。その結果25.1万尾を生産し生産密度2,510尾/㎡、通算生残率10.6%と今年度飼育事例中では最も成績の良い事例となった。この好結果の要因としてZ期間中の飼育密度が他2事例に比べて低かった事が上げられる。この事から状態の良い親ガニから得られた孵化幼生を低密度飼育すれば飼育水中珪藻の増殖がみられな

くても C₁ 生産密度 2,000 尾/㎡以上の生産が可能であると考えられた。1 回次合計生産数は C₁ 稚ガニ 41.7 万尾であった。

2 回次は 50 ㎡水槽 1 面、100 ㎡水槽 2 面及び 6 ㎡水槽 2 面を使用して 5 月 22 日から幼生飼育を開始した。この回次は水作り期間、Z 幼生飼育期間を通して晴天が続き飼育水中の珪藻の増殖は良好であった。しかし、孵化幼生を得た親ガニ 19 尾の内、籠漁獲個体は 4 尾のみであったため、孵化幼生の活力は全体的に良好では無かった。生産番号 2-4 は M 幼生へ脱皮直前の Z₄ 幼生の斃死が起り、以後 M 期脱皮後も斃死が続いた。更に M 期から C₁ 稚ガニへ脱皮後も斃死が止まらず廃棄した。生産番号 2-5 及び 2-6 は M 期脱皮時に大量斃死はみられず脱皮後の M 幼生の活力も良好であった。しかし、水槽底面やシェルターに定着後の M 幼生及び脱皮後 C₁ 稚ガニが除々に減耗し取り上げ時には生産番号 2-5 が 9.6 万尾、生産番号 2-6 が 10.9 万尾の生産に留まった。この 2 事例では潜水観察時に水槽底面部に M 幼生及び C₁ 稚ガニの大量死骸が見られなかった事から減耗の主な要因は共食いによるものだと思われた。特に生産番号 2-5 は取り上げ時の C₂ 稚ガニの比率が 81% に達していた。そのため C₁ から C₂ への脱皮時にも共食いが起きたと思われる。生産番号 2-7 A 及び 2-7 B の飼育は屋外 6 ㎡水槽を使用した。これは他の屋内大型水槽を使用した事例以上に飼育水中の珪藻の増殖は良好であった。生産番号 2-7 A は M 期での大量斃死は無かったが C₁ 稚ガニ生産密度 1,430 尾/㎡、通算生残率 5.8% と低く 0.8 万尾の生産に留まった。生産番号 2-7 B は生産番号 1-1 同様 Z₄ 期までの生残率 95.3%、生残密度 15,000 尾/㎡で高密度に生残した。しかし、M 幼生へ脱皮直前の Z₄ 幼生の斃死が起り、M 期脱皮後も脱皮不良で大量斃死した。斃死個体出現後 2 日間で全滅した。生産番号 2-7 A 及び 2-7 B の飼育に用いた孵化幼生は全て刺し網漁獲された親ガニから得たものであり、幼生活力に問題があったと思われる。2 回次合計生産数は 21.3 万尾であった (表 2)。

今年度の種苗生産では、①孵化幼生の活力向上に直結すると思われたカニ籠漁獲親ガニの使用。及び② Z 期幼生の活力向上に不可欠である水作り。を幼生飼育に於ける必須事項と考え、この 2 事項を両立させることにより M 期の大量減耗を抑え、C₁ 稚ガニの大量生産を目指した。しかし、1 回次に於いては、期間中の天候不順による照度不足で珪藻が増殖せず②が不調に終わり、2 回次に於いては、蟹籠漁獲不漁の影響で①が不可態となった。飼育全回次を通して①、②の両立が出来なかった。そのため飼育 8 事例中 3 事例が飼育途中で全滅し、生産できた 5 事例の生産数、生残率、生産密度も従来に比べて低いものとなった。

幼生飼育を開始する 5~7 日前から卵発生の比較的進んだ褐色卵塊を抱えた抱卵親ガニ購入を開始して短期間で籠漁獲ガニを 50 尾以上購入し、それらの中から同一日に孵化した幼生を飼育に用いようとしたのが今年度の孵化幼生確保の方法である。しかし、蟹

籠漁を専業とする漁業者の数は極めて少ないため2回次のように必要数の購入が困難になる可能性は今後も大きいと思われる。活力良好な孵化幼生を得るために今後は漁獲方法に拘らず購入可能な未抱卵親ガニを幼生飼育開始約1カ月前から大量に確保し、親ガニ養成を行う必要があると思われる。

当栽培センターに於て幼生飼育に用いている水槽は屋内（一部スレート張り）に設置されているためZ期における飼育水中珪藻の増殖に関して照度的に不利（晴天時表面照度2,000～7,000 L X）である。そのため1回次のように水作り期間中の天候不良の影響を受けやすい。屋外別培養珪藻を添加してもその珪藻は増殖しないばかりか飼育水中で斃死し沈下する。その事による水質悪化も起こり得る。今後は照度不足によって珪藻が増殖しない場合にも対応できる水作り手法の確立が必要であると考えられる。

幼生の活力不足による大量斃死の場合、水槽底面に幼生の死殻が堆積する。廃棄事例の殆どはこの大量な死殻がみられる。しかし、M期及びC₁稚ガニへの移行期に共食いによる減耗が起こる事例がある。これは全滅には至らないが取り上げ前の短期間に生残数の大幅減少が起こる。この時期の共食い防止の目的で懸垂モジ網をシェルターとして投入している。通常この懸垂網はシェルターとして十分に効果がある。しかし、生産番号2-5及び2-6はM期後半からこの懸垂網の定着密度が著しく低下しM幼生およびC₁稚ガニは水槽底面に高密度になり共食いが起こったと思われる。この現象は従来見られなかった事で、その原因は不明であるが、今後は中間育成時同様、M期及びC₁稚ガニへの移行期のシェルター投入方法を検討する必要があると思われる。

表 1 幼生の飼育環境

生産番号	水槽容量 (m ³)	水温 (°C)	PH	DO (mg/l)	收容前水作り日数 (日)	有機物と硝素の物量 (g)	硝素の回数 (回)	硝素の回数 (回)	栄養塩添加 ¹⁾ 回数及び給量		薬餌添加回数 ²⁾ 及び給量		糞粒の日数及び給量 (g)	水作り期間及び中絶日数 (日)		熱水率 (%)		天然産出日数及び最大濃度 (万/ml)
									Na, P, SK	Na, P, C.c.	Na, P, SK	Na, P, C.c.		Z期	M期			
1-1	50	22.6~25.0	7.89~8.45	5.7~8.1	8	19 (2,220)	6	6	Na:4回 2.932g P:3回 2.51g SK:4回 2.800g	Na:11回 6.8m ³ C.c.:6回 4.1m ³	9 (470)	3	10-150 50-200	1 (+) ※7(6.12)				
1-2	100	24.2~26.5	7.87~8.50	5.7~8.1	8	18 (4,080)	6	6	Na:4回 5.428g P:3回 5.1g	Na:11回 13.4m ³ C.c.:7回 9.51m ³	9 (800)	3	10-150 45-300	0				
1-3	100	23.6~25.1	8.01~8.60	5.8~7.9	9	17 (3,785)	6	6	Na:4回 5.103g P:3回 5.1g	Na:10回 11.2m ³ C.c.:7回 11.1m ³	-	4	10-150 45-300	0				
2-4	50	24.0~25.4	7.94~8.32	-	11	20 (2,175)	7	7	Na:6回 3.555g P:7回 3.51g	Na:13回 13.6m ³ C.c.:12回 28.1m ³	10 (650)	11	10-100 35-300	6 (0.41)				
2-5	100	24.1~26.2	7.99~8.38	-	14	23 (4,800)	8	8	Na:6回 6.750g P:7回 7.1g	Na:12回 28.1m ³ C.c.:12回 28.1m ³	8 (610)	12	10-100 35-300	3 (0.16)				
2-6	100	24.0~26.1	7.98~8.21	-	15	25 (7,000)	9	9	-	Na:12回 23.9m ³ C.c.:14回 1.6m ³	-	13	10-100 40-300	5 (0.16)				
2-7A	5.6	20.4~26.3	8.07~8.29	-	9	22 (330)	7	7	-	Na:14回 1.6m ³ C.c.:14回 1.6m ³	-	11	10-100 40-300	8 (0.24)				
2-7B	5.6	21.0~26.0	8.04~8.26	-	9	22 (330)	7	7	-	Na:14回 1.6m ³ C.c.:14回 1.6m ³	-	10	10-100 40-150	6 (0.24)				
計	511				8~15日	※2-67回 は2g/m ³	6~9回									※C.c.濃度日数		

1) : Na (ナトリウム), P (リン) 米状培養液, SK (珪藻培養液), SK (珪藻培養液)

2) : Na (ナトリウム) 2,000万細胞/ml換算, P (リン) 200万細胞/ml換算, C.c (Chaetoceros calcitrans 200万細胞/ml換算), 生幼(生コロラーω3)

表 2 タイワンガザミ幼生飼育結果

生産番号	飼育期間	水槽容量 (m ³)	Z ₁ 収容尾数 (10 ⁴)	C ₁ 産尾数 (10 ⁴)	生産密度 (尾/m ³)	生残率 (%)						備考
						Z ₂	Z ₃	Z ₄	M	C ₁		
1-1	3/26~4/11	50	119.1	0	0	80.6	85.4	90.9	8.3	0	Z期高密度生残、M期廃棄	
-2	3/27~4/16	100	262.6	16.6	1,660	71.4	67.0	73.2	20.5	6.3		
-3	3/28~4/17	100	237.5	25.1	2,510	78.2	71.0	51.4	15.9	10.6		
2-4	5/22~6/12	50	141.8	0	0	99.3	-	59.0	-	0	M期大量減耗、C1期廃棄	
-5	5/25~6/15	100	207.1	9.6	960	-	67.6	60.7	-	4.6	C1脱皮時に徐々に減耗	
-6	5/26~6/15	100	264.7	10.9	1,090	-	-	42.6	-	4.1	C1脱皮時に徐々に減耗	
-7A	5/27~6/17	5.6	13.9	0.8	1,430	-	-	61.2	-	5.8		
-7B	5/27~6/11	5.6	8.5	0	0	-	-	95.3	-	0	Z期高密度生残、M期廃棄	
計	3/26~6/17	511	1255.2	63.0	1,530	82.4	72.8	66.8	14.9	6.3		