

モクズガニの種苗生産

中西 一，堀江 康浩

近年農業や都市廃水・洗剤等による汚染やダム建設等により、モクズガニが各地で減少しているという。このため、モクズガニの種苗生産を行い、稚ガニを河川へ放流し資源の回復を計ろうという試みが各地で行われている^{1, 2, 3)}

モクズガニの種苗生産を当场では昭和59年度より開始したが、⁴⁾ 本年度は産卵初期である秋期および人工交尾・抱卵により人為的に仕立てた親ガニによる種苗生産の可能性を検討したのでその結果を報告する。

材料および方法

親ガニの飼育とふ化 1回目は昭和60年10月16日に紀ノ川六十谷堰下流（和歌山市六十谷）で刺網により採捕された抱卵ガニを直ちに当场へ搬入し、アレンの人工海水（比重 1.020，15℃換算値，以下同様）で9日間飼育した。幼生のふ化および飼育には、海水 3 m³（比重 1.026）を満した屋内水槽（3×2 m，有効水量 5 m³）を用い、その中にプラスチック製園芸用コンテナ（底面に粒径 5 mm程度の砂を敷き、隠れ場としてφ 5 cm，L 10 cmの塩化ビニールパイプを入れた）を設置した。水温はヒーターで20℃前後に加熱し、通気は2基のエアーストンで行った。10月24日に供試ガニの中の1尾（甲長 38 cm）を水槽に移しふ化を待った。

なお、幼生のふ化は以下4回共同様に行った。

2回目と3回目は12月13日に南部川河口付近（日高郡南部町）で採捕された抱卵ガニを用いた。供試ガニは海水で湿めさせた木綿袋に収容して当场に搬入して、プラスチック製コンテナ容器や金網カゴに甲長と卵の発生状況がほぼ等しいものを3尾ずつ入れ、アレンの人工海水中で通気しながら止水、無給餌で飼育した。この予備飼育中の水温は 12.3～14.8℃，比重は 1.0218～1.0236であった。

2回目は24日間予備飼育した抱卵ガニ1尾（甲長 42.5 mm，産卵後 19日目）を，1月6日に飼育水槽に収容した。海水（比重 1.025）は 3.5 m³とし，水温は急激な変化による抱卵ガニへの刺激をさけるため，8.8℃から徐々に昇温させ3日目に20℃とした。3回目は35日間予備飼育した抱卵ガニ1尾（甲長 39.0 mm，産卵後 19日目）を，1月17日にふ化・飼育水槽に収容した。海水（比重 1.025）は 3.5 m³とし，水温は 14.9℃から徐々に昇温させ6日目に20℃とした。

4回目と5回目は既報⁵⁾のように，当场で人工交尾・抱卵をさせて仕立てた親ガニを用いた。

4回目はふ化直前の卵発生状況にある抱卵ガニ1尾(甲長44.0 mm)を、3月22日に飼育水槽に収容した。海水(比重1.025)は3.8 m³とし、水温は17.7℃で翌日には20.0℃とした。5回目は3月22日に抱卵ガニ1尾(甲長44.0 mm, 産卵後21日目)を飼育水槽に収容した。海水(比重1.026)は3.7 m³とし、水温は18.5℃で翌日には21.5℃となった。

モクズガニの種苗生産には、ガザミの種苗生産と同じく抱卵親ガニを飼育水槽に収容して直接ふ化させる直接法と、別のふ化槽でふ化した幼生を飼育槽へ移す間接法とが考えられそれぞれ一長一短がある。⁶⁾ 広島市水産振興協会¹⁾や福岡県豊前水試⁷⁾では間接法を用いているが、当場では海水使用の面から直接法で行った。

幼生飼育 飼育水はふ化後汚れ始めてから適宜アレンの人工海水(比重1.024)を補充し、その後13~21日目から適宜50~200 lの淡水で連日換水を行い、比重を除々に下げた。通気は各回共に2基のエアーストンで行い、通気量はふ化幼生の成長に応じて増加させた。幼生の生残状況は通気した2ヶ所とその他数ヶ所で、1 lビーカーに飼育水を取り、その中の幼生をピペットで取り計数することで把握した。

ふ化幼生への給餌はふ化後6時間以内に開始しなければ高い歩留りが期待できないため、⁷⁾ ふ化確認後直ち(概ね6時間以内)に、クロレラで培養したシオミズツボワムシ(以下ワムシと略す)をサイホンで少量ずつ与えた。また、ワムシの餌料および水質の安定を兼ねてクロレラ海水を添加し、1回目はさらに珪藻(主体は *Skeletonema costatum*)を30 l与えた。各回共概ねふ化2日目よりアルテミアのノープリウス幼生(25℃, 48時間経過)とアユ仔魚用配合飼料とを与えた。3回目以降はテトラセルミスで培養したアルテミア幼生をメガロバ期に与え、また稚ガニ期以降にはカツオ節のだしがらを細かく砕き水でといて与えた。

メガロバ変態後3~7日目(ふ化後21~25日目)に、付着基材として懸垂網(タマネギネット, 76×41 cm, 目合1.5 mm)を4~10枚水槽内に設置した。

稚ガニ取り上げは懸垂網に付着しているものについては、懸垂網を別の水槽中で振り動かし落ちたものを手網で抄い上げて行った。その他はサイホンで飼育水を排出し手網で受け取り上げた。稚ガニの計数はピペットで稚ガニを吸いとり尾数を数える方法と重量法を併用した。

結果および考察

1回目 ふ化は予定より4日程おそい11月7日で、ふ化幼生数は約70,000尾であった。ふ化が遅れたのは、水槽へ収容する前の水温が低かったためと思われる。第1令ゾエア幼生は背棘先端欠損や卵黄残留等は認められず健苗であった。

各回のふ化から取り上げ時までの水温と比重の変化を図1に示したが、水温は概ね21~22.5℃であった。また、幼生の状態と餌料系列を図2に示した。なお、幼生の各令はその令に変態し

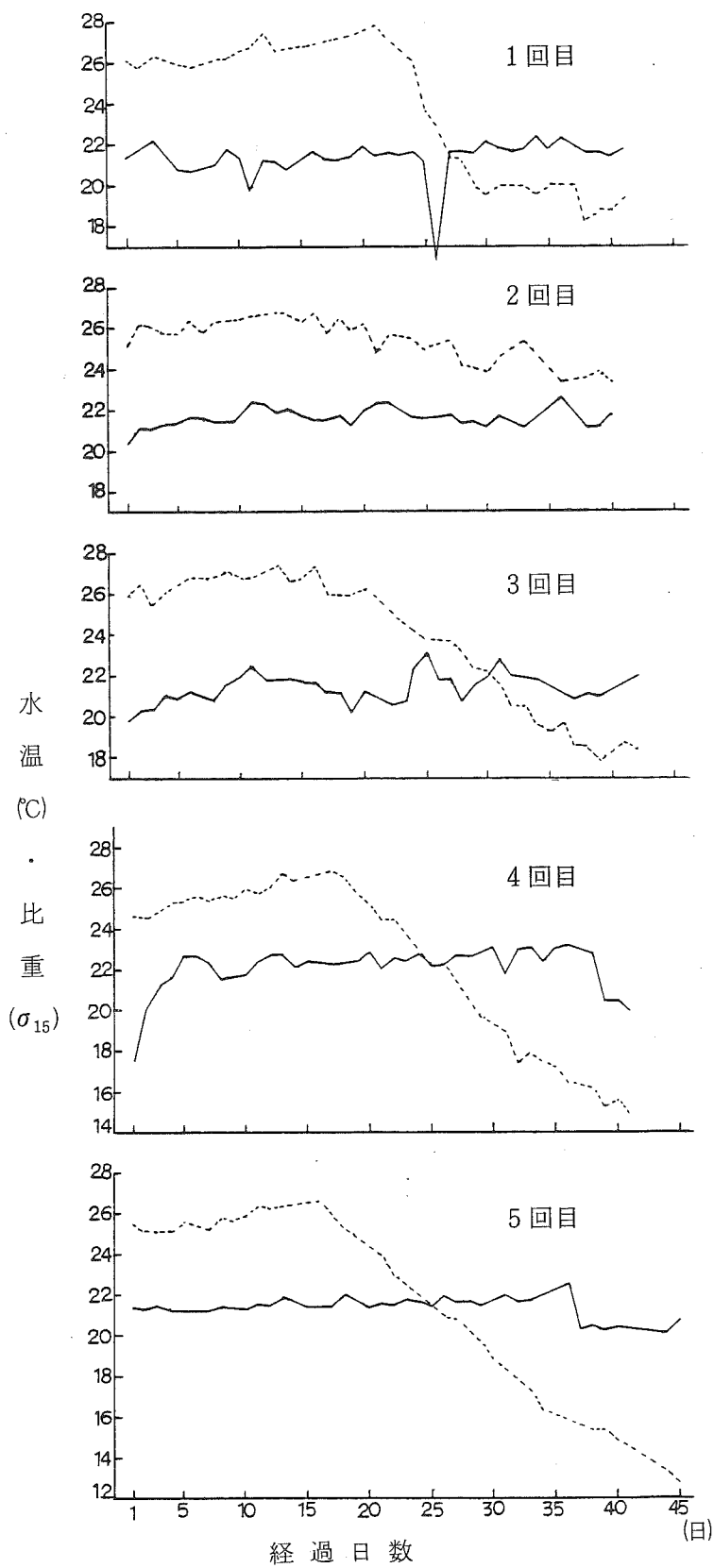


図1 飼育水の水温と比重の変化

—— 水温 - - - - 比重

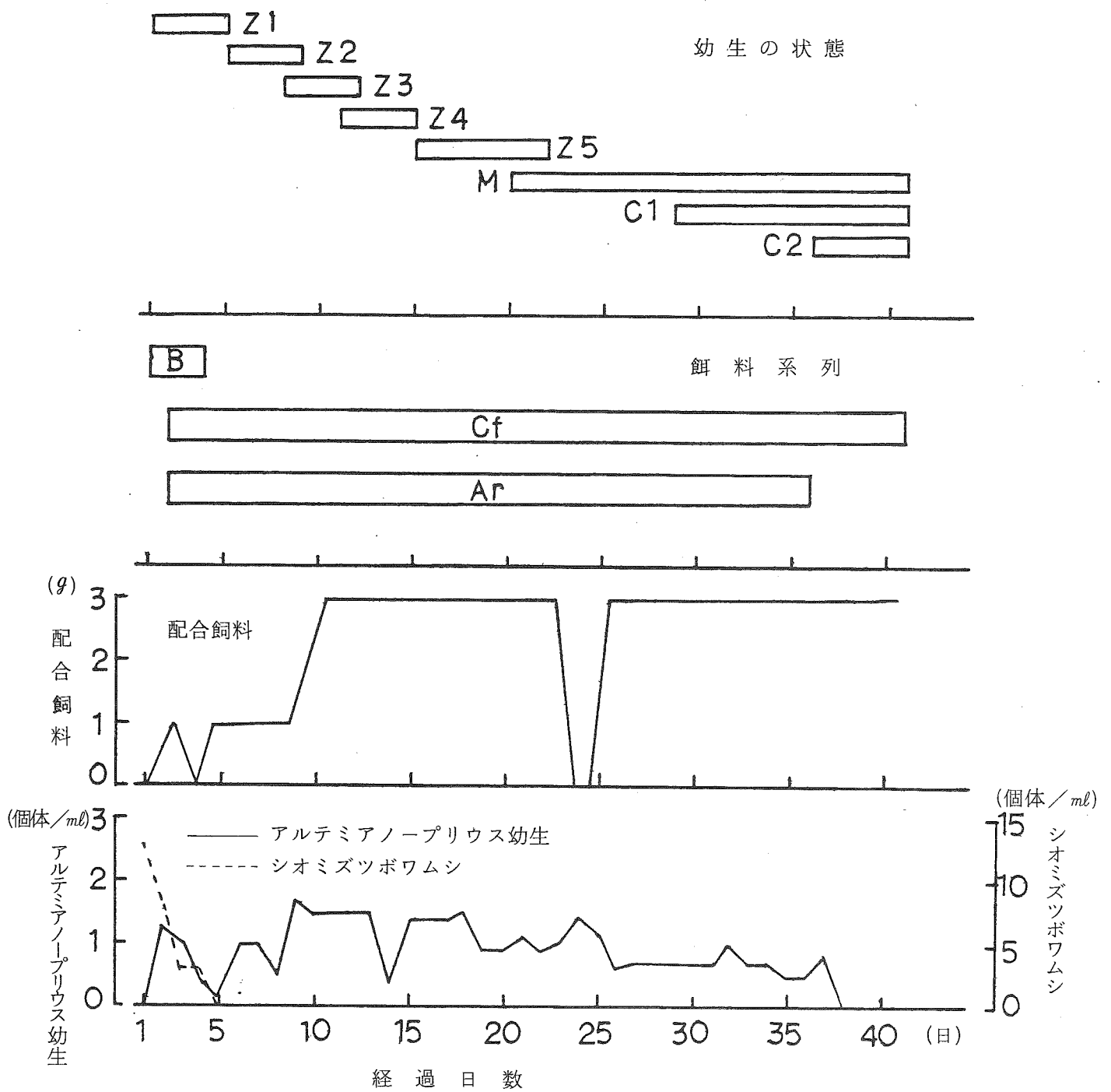


図2 1回目生産時における幼生の状態と餌量

Z 1 : 第1令ゾエア Z 2 : 第2令ゾエア Z 3 : 第3令ゾエア Z 4 : 第4令ゾエア
 Z 5 : 第5令ゾエア M : メガロパ C 1 : 第1令稚ガニ C 2 : 第2令稚ガニ
 B : シオミズツボワムシ Cf : 配合飼料
 Ar : アルテミアノープリウス幼生

た個体が最初に確認された時点からとした。

ワムシはふ化後4日目まで計8,400万個体を与えた。海産クロレラは5回に分けて計145ℓを与え、水色は緑色から緑褐色を呈した。アルテミアのノープリウス幼生はふ化2日目から稚ガニ取り上げ前まで、飼育水1ml当たり2.5個体になるように毎日調整し、朝1回36日間連続して計11,810万個体を与えた。アユ仔魚用配合飼料はふ化2日目から1日当たり1g、10日目からは3gとして稚ガニ取り上げ前までに計92gを与えた。

ふ化幼生は第1令ゾエアを4日間で過ごし、ふ化後5日目には第2令ゾエアとなり、8日目に第3令ゾエア、11日目に第4令ゾエア、15日目に第5令ゾエア、20日目にメガロパ、29日目に第1令稚ガニ、36日目に第2令稚ガニが出現した。

石田によれば、⁷⁾ 幼生は低塩分に対し第1令ゾエアから第4令ゾエアまでは弱い傾向にあり、第5令ゾエアからメガロパ期にかけてはかなり強くなり、メガロパ期の高塩分での飼育はむしろ変態を阻害する傾向が認められるという。これより、飼育水が幼生の成長に伴って褐色を呈し、比重も1.0275と高くなった12日目に人工海水を400ℓ加え比重を下げた。19日目以降は水槽の底に堆積した残餌の除去と比重を下げるため、ほぼ連日60～100ℓ程度の排水と100～300ℓ程度の注水(21日目以降は淡水を使用)を行った。このため飼育水はふ化後12日目までは3m³であったが、それ以降は徐々に増加して4m³前後となった。幼生のへい死は排水開始直後の19日目、20日目に第5令ゾエアで、27日目にメガロパで散見された程度で、大量のへい死は認められず、20日目のメガロパ出現時での生残率は約45% (31,000尾)であった。

各令ゾエアの期間は第1令から第4令までが各3～4日間、第5令が5日間であり、メガロパから第1令稚ガニ出現までは9日間であった。また、ふ化後41日目にもメガロパから第1令稚ガニへ未変態の個体も見られた。幼生の各ステージに要する期間は、飼育水温や餌料等と関係が強いと思われるが、水温20℃の例⁷⁾と今回とを比較すると、第1令ゾエアでは今回が1日多く、第2令ゾエア以降は大差なく、稚ガニ出現時でみると今回の方が1～2日早くなった。また、水温24℃の例¹⁾とでは、ゾエア各令で1～2日、メガロパ出現時で6日、稚ガニ出現時で9日今回の方が遅くなっている。

稚ガニの取り上げはふ化後30日目の第1令稚ガニ時から順次行い、ほとんどが第2令稚ガニとなった41日目に終了し、総数は8,100尾(飼育水1m³当たり2,700尾)であった。最終的な生残率は約12%となり、メガロパ出現時の生残率の約1/4で、メガロパから第1令稚ガニ時にかけての減耗が激しかった。

2回目 ふ化は、水温20℃で収容3日後の予定であったが、採捕後平均13.5℃の低水温で飼育した影響のためか、予定より2日遅れの1月11日であった。ふ化幼生数は約80,000尾で、第1令ゾエアは背棘端の欠損や卵黄の残留等は認められず健苗であった。

水温は21～22.5℃であった。

第3令ゾエアから急にへい死が増加したため換水を行い、12日目より28日目までほぼ連日20～100ℓ程度排水し適宜給水した。比重は12日目以降徐々に低下した。

給餌は1回目と同様に行い、ワムシをふ化後4日目まで計16,500万個体、アルテミアのノープリウス幼生を38日間連続して8,800万個体、アユ仔魚用配合飼料を計55g与えた。クロレラは計30ℓ加えた。水色はふ化後6日目頃より緑色がかかり、飼育水の汚れの増加と共に取り上げ時まで灰緑色であった。

幼生は第1令ゾエアを5～6日間で終え、6日目に第2令ゾエア、10日目に第3令ゾエア、12日目に第4令ゾエア、15日目に第5令ゾエア、19日目にメガロパ、36日目に第1令稚ガニとなった。1回目と較べると、ゾエア期からメガロパ期にかけては若干遅れきみで、稚ガニ出現時は7日おそい36日目であった。幼生はふ化後12日目（第3令ゾエアから第4令ゾエアへの変態時）から不調となり、特に18日目から21日目（第5令ゾエアからメガロパ期）にかけて大量のへい死がみられ、19日目のメガロパ出現時には生残率は約13%となり、21日目には4.6%にまで低下した。これはへい死した幼生をサイホンで取り除く際に、弱った幼生が吸いこまれて背棘等が傷つきそれよりさらにへい死するという過程をくり返したためと思われる。ふ化後40日目で稚ガニは12尾であった。

3回目 供試ガニを前述のように低水温で飼育したためか、予定より3日遅れて1月22日に約52,000尾の幼生がふ化した。しかし、ふ化したのと同量程度の卵（ふ化直前の状態）が残っていたので、翌朝ワムシ5,000万個体（14個体/ml）、アルテミアのノープリウス幼生400万個体（1.1個体/ml）、アユ仔魚用配合飼料1gおよびクロレラ15ℓを水槽に加えてさらにふ化を待った。残卵は1月23日夜には全てふ化し、ふ化幼生数は計約120,000尾で、背棘先端部の欠損や卵黄残留は認められず健苗であった。

水温はほぼ20～23℃で、前2回に較べやや変動が大きかった。比重は徐々に高くなり、13日目には1.0276となったため注水を始め、メガロパ出現後のふ化後20日目以降からは飼育水量は3.5m³から徐々に4m³に増加した。比重はふ化後16日目まで1.026～1.027であったが、その後注水により低下し稚ガニ取り上げ時には1.0185となった。

給餌は前2回と同様に行った。クロレラは30ℓ添加し、飼育水の水色は残餌や幼生の排泄物の汚れと相まって緑色から徐々に緑褐色になった。ワムシはふ化後3日目までに計13,000万個体、アルテミアのノープリウス幼生は取り上げ前まで38日間連続して計13,800万個体、アユ仔魚用配合飼料はふ化後31日目まで計52.5g与え、32日目以降は大多数が稚ガニになったのでカツオ節のだしがら1～2.5gをほぼ連日計18g与えた。特に今回はメガロパ期幼生の減耗を防止するため、遊泳期にテトラセルミスで培養した養成アルテミアを計4回、245万個体与えメガロパ期

の生残向上をはかった。

ふ化後5日目に第2令ゾエアが出現し、9日目に第3令ゾエア、12日目に第4令ゾエア、14日目に第5令ゾエア、19日目にメガロパ、27日目に第1令稚ガニ、34日目に第2令稚ガニ、41日目には少数ではあるが第3令稚ガニも出現した。今回は第1令ゾエアと第2令ゾエアの出現が20°Cの例⁷⁾よりも少し遅れたが、メガロパ出現時では大差なく、稚ガニ出現時には今回の方が6日早くなった。

幼生の大量へい死はみられなかったが、第5令ゾエアからメガロパへの変態時および遊泳メガロパから着底メガロパへの移行時に多少まとまってへい死し、メガロパ出現時での生残率は約25% (約28,000尾) で、1回目より悪かった。

大多数が第2令稚ガニとなったふ化後42日目に、4,900尾 (飼育水1m³当たり1,400尾) の稚ガニを取り上げた。最終的な生残率は約5.5%となり、メガロパ出現時の1/4以下で、メガロパから稚ガニまでの減耗が激しかった。

4回目 3月22日 (人工交尾・抱卵開始44日後) に約220,000尾の幼生がふ化し、背棘先端部の欠損や卵黄残留等は認められず健苗であった。

水温はふ化直後と取り上げ直前の数日を除いて概ね22~23°Cであり、変動は少なかった。比重は除々に高くなり17日目には1.0268を示したが、その後注水と共に順次低下し20日目には1.0253、31日目には1.0190、取り上げ時の41日目には1.0150とふ化日の約3/5程度となった。飼育水量は3.8m³から4m³へと増加した。

給餌は前回までと同様に行った。クロレラは15ℓ添加し、ワムシはふ化後2日目までに計4,250万個体、アルテミアのノープリウス幼生およびアユ仔魚用配合飼料は取り上げ前までそれぞれ計19,100万個体、計89gを与えた。懸垂網に付着している幼生がほぼ第1令稚ガニになった31日目以降は、カツオ節のだしがらをほぼ連日計19g与えた。さらに、テトラセルミスで培養した養成アルテミアを、21日目から33日目にかけて計2,850万個体与えた。

幼生はふ化後5日目に第2令ゾエア、8日目に第3令ゾエア、11日目に第4令ゾエア、14日目に第5令ゾエア、18日目にメガロパ、26日目に第1令稚ガニ、32日目に第2令稚ガニ、38日目に第3令稚ガニとなった。今回はゾエア期幼生の変態がほぼ一斉に行われ、日数のずれは少なかった。ゾエア期経過日数は前3回と大差なかったが、メガロパ期以降は早くなり、稚ガニ期で1~3日程度早く出現した。幼生のへい死は第5令ゾエアが出現した14日目から増え始め、メガロパが出現した18日目にピークとなり、その後は除々に減少し23日目以降は少なくなった。特に第5令ゾエアからメガロパへの変態時の18日目には、約20,000尾の大量へい死となり、メガロパ出現時の生残率は約22% (約48,000尾) と前3回よりさらに低かった。

大多数が第2令稚ガニとなった41日目に、約15,000尾 (飼育水1m³当たり3,900尾) の稚ガニ

を取り上げた。最終的な生残率は約6.8%となり、メガロパ出現時の1/3であった。今回はメガロパ期に養成アルテミアを計2,850万個体給餌し、幼生の大きさに応じた餌を供給したためメガロパから稚ガニ取り上げまでの生残率は前3回より向上した。

5回目 3月24日（人工交尾・抱卵開始46日後）にふ化し、幼生数は約250,000尾であった。幼生は背棘先端部欠損や卵黄残留等はなく健苗であった。

水温はふ化後36日目までは21~22.5℃で変動も少なかったが、37日目に20.3℃に低下しその後は20℃台で推移した。比重は16日目までは徐々に高くなり1.0266となったが、その後は注水により20日目には1.0245、30日目には1.0189、45日目に1.0129とほぼ直線的に低下し、45日目にはふ化日の約1/2にまで下った。

幼生の状態と餌料系列を図3に示した。

給餌は前回までと同様に行い、クロレラ15ℓ、テトラセルミス15ℓを添加し、ワムシはふ化後2日目まで7,500万個体、アルテミアのノープリウス幼生はふ化後40日目までほぼ連日にわたり計22,350万個体、アユ仔魚用配合飼料はふ化後45日目まで計131.5g与えた。テトラセルミスで培養した養成アルテミアはふ化後19日目から31日目にかけて計7,800万個体、カツオ節のだしがらはふ化後29日以降ほぼ連日計32.4g与えた。

幼生は第1令ゾエアを4日間で過ごし、ふ化後5日目には第2令ゾエア、8日目に第3令ゾエア、11日目に第4令ゾエア、14日目に第5令ゾエア、18日目にメガロパ、26日目に第1令稚ガニ、32日目に第2令稚ガニ、38日目に第3令稚ガニが出現し、4回目と全く同じ経過をたどった。幼生のへい死はふ化後18日目から若干見られ出したが22日目にはほとんどおさまり、2回目、4回目のような大量へい死には至らなかった。メガロパ出現時の生残率は約42%（約106,000尾）と5回のうちで最高となった。

稚ガニの取り上げはふ化後46日目に行い、42,000尾（飼育水1m³当たり11,000尾）を取り上げ、最終的な生残率は16.8%と最高で、メガロパ出現時の約40%が生残した。

本年度は昭和60年11月から61年3月までの間に、種苗生産を5回実施し合計70,000尾の稚ガニを得た。

ふ化から稚ガニ取り上げ時までの各回の生残率を図4に示した。ふ化後18日目まで水槽の掃除をせず、また、水色が緑~緑褐色で水槽底が見えなかったため、早期の大量へい死があったかどうか不明である。メガロパ出現時での生残率は13~45%とあまり高くなく、稚ガニ取り上げ時では0.015~16.8%と低下し、メガロパから稚ガニ取り上げ時までの間に生残率がかなり減少する傾向がみられた。なお、幼生の大半がゾエア期の各1令上のステージへ変態する直前および第5令ゾエアからメガロパへ変態する直前に、アルテミアのノープリウス幼生の残餌が多くなることが観察され、このことから残餌の多い翌日には幼生が変態することが予測できるものと思われる。

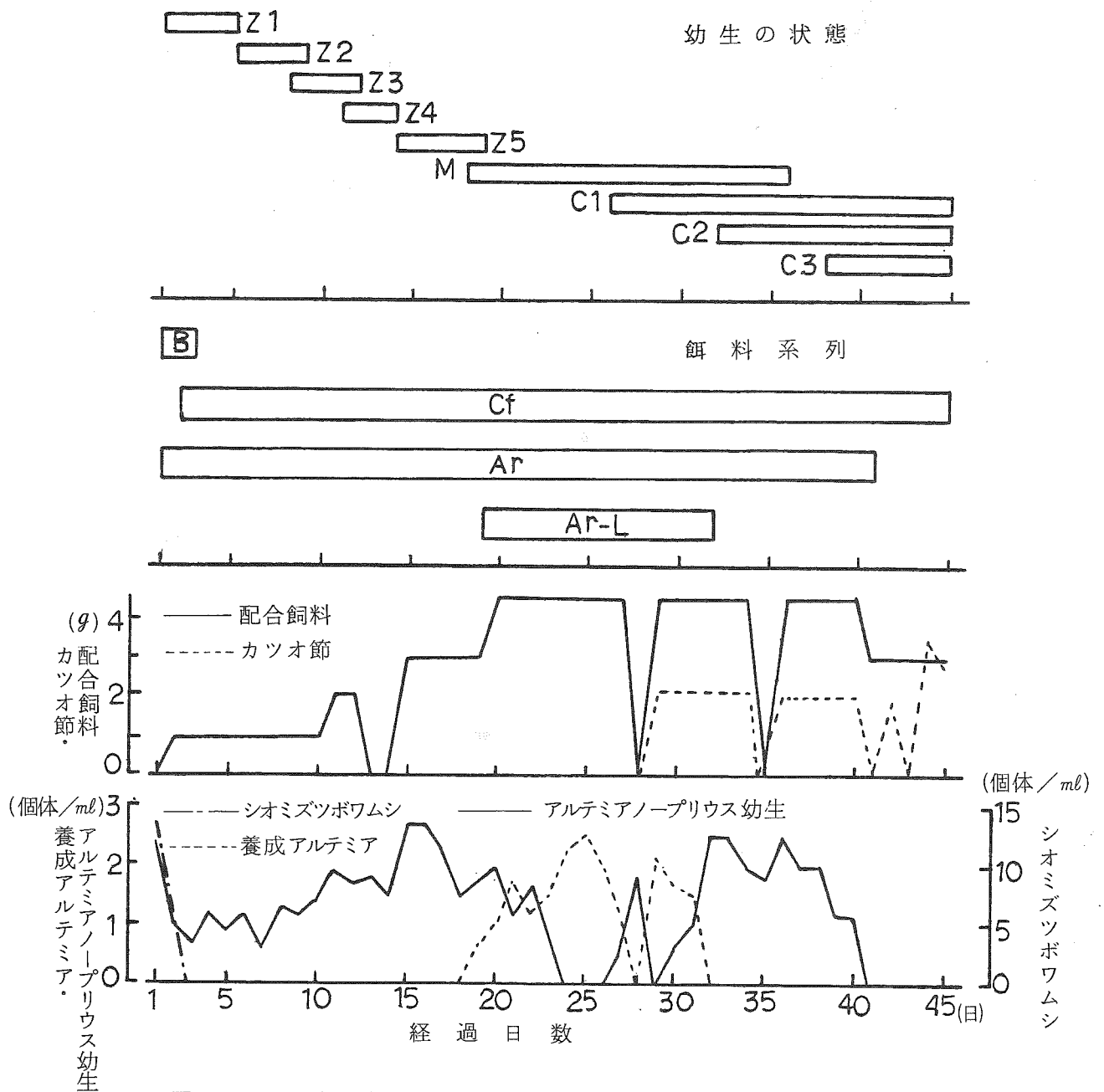


図3 5回目生産時における幼生の状態と餌料

- | | | | |
|--------------------|--------------|----------------|--------------|
| Z 1 : 第1令ゾエア | Z 2 : 第2令ゾエア | Z 3 : 第3令ゾエア | Z 4 : 第4令ゾエア |
| Z 5 : 第5令ゾエア | M : メガロパ | C 1 : 第1令稚ガニ | C 2 : 第2令稚ガニ |
| C 3 : 第3令稚ガニ | | | |
| B : シオミズツボワムシ | | Cf : 配合飼料 | |
| Ar : アルテミアノープリウス幼生 | | Ar-L : 養成アルテミア | |

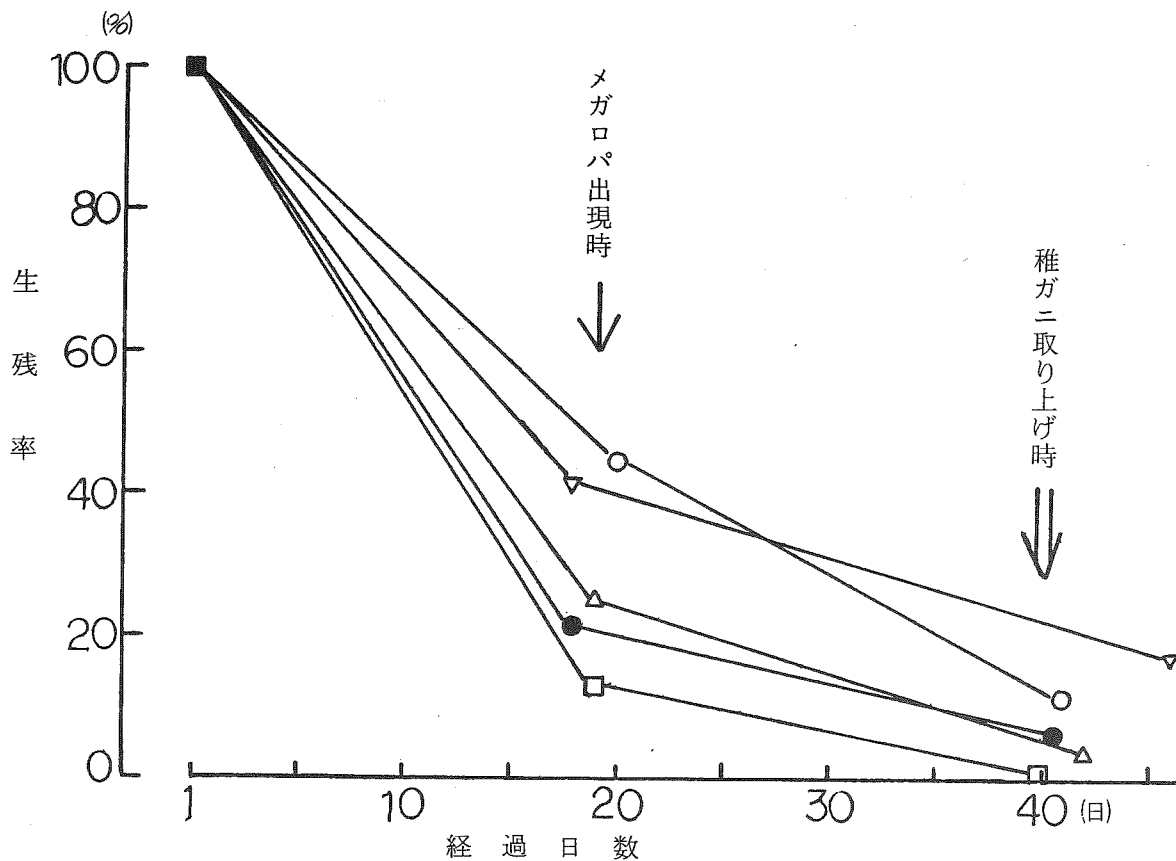


図4 幼生の生残率

○：1回目 □：2回目 △：3回目 ●：4回目 ▽：5回目

る。

3回目以降は遊泳メガロパの時期を中心にテトラセルミスで培養した養成アルテミアを与え生残率の向上をはかったが、あまり良い結果は得られなかった。しかし、メガロパから稚ガニ出現までの必要日数が前2回より短縮された点やメガロパ時の幼生の大きさに応じた餌料の供給ということ等を考慮にいれると、テトラセルミスで培養した養成アルテミアの給餌は効果のあるものと思われる。

幼生の各ステージにおける経過日数を図5に示した。人工的に仕立てた親ガニを用いた4回目と5回目は、各ステージでの日数が他より若干短くなりばらつきもみられない。また、メガロパから稚ガニ取り上げまでの生残率が他より高かったことや、抱卵からふ化までの状況が明らかなのでふ化日をほぼ適確に予測できること等から、人工仕立ての親ガニの使用は利点があるものと思われる。

幼生のへい死は、各回共に第5令ゾエアからメガロパへの変態時に多く、これは餌料のみならず水質の悪化等種々の要因によるものと思われる。今後この時期およびメガロパから稚ガニ取り

上げ時までのへい死の防止等が解決されれば、モクズガニの種苗生産は高い生残率が得られるであろう。

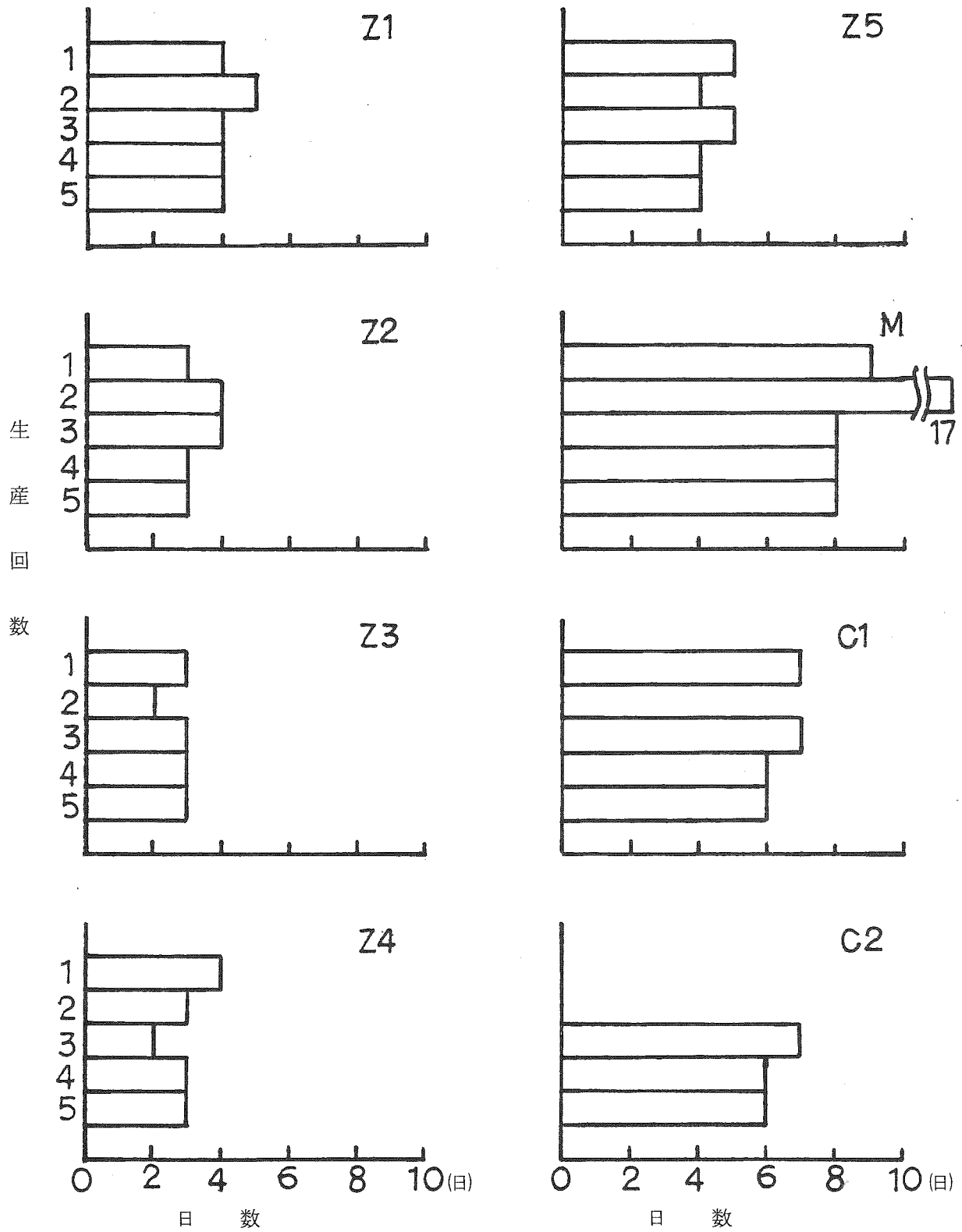


図5 幼生の各ステージにおける経過日数

文 献

- 1) 脇野孝, 田川正直, 河野文恵: 昭和58年度広島市水産振興協会業務報告書, 43-46 (1985).
- 2) 蔭山純由: 昭和55~昭和58年度高知県内水面漁業センター業務報告, 53-54 (1985).
- 3) 島根県水産試験場三刀屋内水面分場: モクズガニの成熟と幼生の飼育に関する研究, 昭和60年度指定調査研究事業報告書, 1986, pp. 1~26.
- 4) 堀江康浩, 松本全弘: 昭和59年度和歌山県内水面漁業センター事業報告, 68-73 (1986).
- 5) 中西一, 堀江康浩: 昭和60年度和歌山県内水面漁業センター事業報告, 54-56 (1987).
- 6) ガザミ種苗生産研究会: ガザミ種苗の量産技術, 水産増養殖叢書32, 日本水産資源保護協会, 東京, 1983, pp. 76-83.
- 7) 石田雅俊: モクズガニの生態と増殖に関する研究, 昭和49年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告別刷, 1976, pp. 1-40