

ガザミ類の中間育成時における生残率向上のための 一考察：ガザミ類の中間育成に関するアンケート結 果から

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 小畑, 泰弘, 芦立, 昌一
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014581

This work is licensed under a Creative Commons
Attribution 4.0 International License.



ガザミ類の中間育成時における生残率向上のための一考察： ガザミ類の中間育成に関するアンケート結果から

小畑 泰弘*・芦 立 昌 一*

A study for improving the survival rate during rearing after seed production for portunid crab species, based on a survey of techniques and facilities for rearing portunid crab species after seed production

Yasuhiro OBATA and Masakazu ASHIDATE

We surveyed the present status of techniques and facilities used to rear portunid crab species after seed production. Sixteen institutions that produce juveniles of this species in Japan were selected as survey targets. The reply rate was 62.5%. The facility used most commonly was a concrete tank, at a rate of 50.0%. Shelters were used by 45.5% of respondents. Artificial diets were most commonly used at a rate of 61.9%, including their use in combination with natural foods. The survey data revealed that the mean rate of survival of rearing in 2003 was 29.2%. Several issues that arose from the survey results are considered.

2007 年 1 月 4 日受理

ガザミ類は日本の暖水域における重要な漁業対象種であり、平成 15 年度においては、ガザミ (*Portunus tritberculatus*)、タイワンガザミ (*Portunus pelagicus*)、トゲノコギリガザミ (*Scylla Paramamosain*) 及びアミメノコギリガザミ (*Scylla serrata*) の種苗 5,767 万尾が生産され、そのうち 5,112 万尾の種苗が全国で放流されている¹⁾ 重要な栽培漁業対象種でもある。しかしながら、大量の種苗が放流されているにもかかわらず、放流効果が把握された事例は、ガザミ²⁻⁴⁾、トゲノコギリガザミ⁵⁾ の数例にすぎない。この理由の一つとして、これまで有効な標識方法がなかったことが挙げられる。ガザミ類に装着した標識は脱皮により殻とともに脱落するため、放流から漁獲加入までの追跡が困難だったからである。

近年、ガザミ類と同様に脱皮して成長するクルマエビでは、尾肢を切除することにより有効な標識となりうることが明らかとなり⁶⁻⁹⁾、現在では各地でこの標識を用いた放流調査が行われている¹⁰⁻¹³⁾。この技術を応用して、ガザミ類においても遊泳脚の指節を切除する標

識手法などによる放流調査が行われ、標識としての有効性が検討されている¹⁵⁻¹⁷⁾。遊泳脚の指節を切除するには、作業性から少なくとも第 5 齢稚ガニ（以下 C_n と略す、 n は齢数を示す）まで成長させる必要がある。クルマエビの尾肢切除標識における長期間の標識としての有効性は、当初切除サイズが体長 56 mm 以上であると報告され^{6, 7)}、このサイズで標識放流調査が行われた結果、20 %前後の高い回収率が得られた事例^{13, 14)} も見られるようになった。クルマエビの放流事業における放流サイズは、平均全長 33 mm である¹⁾ ことから、標識に合わせて放流サイズを大きくした結果、高い回収率が得られたと考えることもできる。人工種苗放流による栽培漁業の有効性を検討するためには、回収率以外に種苗経費及び中間育成などの放流経費等も勘案する必要があるが、放流効果を把握された事例がほとんどないガザミにおいては、このクルマエビの事例は参考になる。放流効果の把握を最優先に考えるならば、ガザミの場合も一般的な放流サイズである C_3 での放流より、 C_5 以上のサイズで放流した方がより明確な放流効果の

* 独立行政法人水産総合研究センター 玉野栽培漁業センター 〒706-0002 岡山県玉野市築港5-21-1 (Tamano Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, 5-21-1, Chikko, Tamano, Okayama 706-0002, Japan)。

得られることが期待される。これまで、ガザミ類の中間育成は、C₃までの飼育が多くの機関で行われてきたため、C₄以降の陸上水槽などによる高密度の中間育成技術開発はこれまでほとんど行われていない。このため、C₅までの飼育技術確立し、放流効果を把握するとともに、この技術の普及を図ることは、ガザミ類の栽培漁業を促進するために重要であると考えられる。

そこで、より普及性の高い飼育技術の開発を行うため、現在各県で行われているガザミ類の中間育成技術と施設の現状の把握を目的にガザミ類の中間育成に関するアンケートを行った。ここでは、このアンケートのとりまとめ結果と、結果から考えられたいくつかの問題点について、中間育成時の生残率向上の観点から

考察したので報告する。

方 法

調査は、図1に示した質問票とこれらの回答を記入できるように表計算ソフト（マイクロソフト Excel）で作成した調査票により平成15年度に行い、中間育成結果は平成15年度の結果を対象とした。調査対象機関はガザミ種苗生産研究会の会員（ガザミ類の種苗生産を行っている機関）のうち、県及び市町村（公益法人等を含む）の16機関とした。調査票を回収した後、回答内容を確認したところ回答に過不足が認められなかったため、事後の電話等による聞き取りは行わなかった。

ガザミ類の中間育成に関するアンケート			
【質問事項】			
1. 中間育成実施機関 実施機関名 ()			
2. 中間育成施設			
1) 施設の所有者 a.実施機関と同じ b.実施機関と異なる ()			
2) 種類 a.陸上水槽 b.築堤式 c.囲い網 d.小割生簀 e.その他 ()			
3) 大きさ 寸法 () m × () m × () m 底面積 () m ²			
4) 付着者の使用 (きんらん, モジ網等) 種類 a.きんらん b.モジ網 c.その他 () d.使用していない 量 () 本, または () m × () m を () 枚			
3. 飼育方法			
1) 飼育水 a.地先海水 b.ろ過海水 c.殺菌・消毒海水 d.その他 ()			
2) 飼育水量 () m ³			
3) 換水量 a.無換水 (止水) b.止水換水 (換水量) c.流水 (換水量) d.その他 ()			
4) 餌料種類 a.冷凍アミ b.配合飼料 (品名:) c.アルテミアノープリウス d.その他 ()			
5) 給餌量 (給餌基準及び給餌回数 (1日当たり)) 給 餌 基 準 () 1日当たり給餌回数 (回)			
4. 本年度の結果			
1) 種苗の入手 入 手 先 () 入手月日 (平成15年 月 日) 入 手 尾 数 (尾) 入 手 サ イ ズ (mm)			
2) 収容 (複数ある場合は以下の項目についてそれぞれ記入してください) 収 容 尾 数 (尾)			
3) 取り揚げ 取り揚げ月日 (平成15年 月 日) 取り揚げ尾数 (尾) 取り揚げサイズ (mm)			
4) 平均飼育水温 () °C			

図1. ガザミ類の中間育成に関するアンケート質問項目

結 果

アンケートの回答は、16 機関中 10 機関から得られ、回答率は 62.5 % であった。

中間育成実施機関 回答のあった 10 機関のうち、1 機関は中間育成を実施していなかった。中間育成を実施していた 9 機関のうち、県の機関においては、県内他機関の中間育成施設等に関する回答もいくつかなされた。この結果、回答のあった中間育成実施機関は、県が 3 機関、県の公益法人が 2 機関、市町村が 5 機関、市町村の公益法人が 1 機関、漁協が 3 機関の計 14 機関であった。14 機関が対象としている種類は、ガザミ、トゲノコギリガザミ、タイワンガザミの 3 種であった。

中間育成施設 中間育成を実施した 14 機関が使用していた中間育成施設の所有者は、県が 4 機関、県の公益法人が 1 機関、市町村が 5 機関、市町村の公益法人が 1 機関、漁協が 3 機関の計 14 機関であった。これらの機関が使用している施設は、22 施設、35 水槽であり、施設の内訳は、築堤式が 6 施設、FRP 製水槽が 5 施設、コンクリート製水槽が 11 施設であった（図 2）。FRP 製水槽及びコンクリート製水槽の陸上水槽における形状別施設

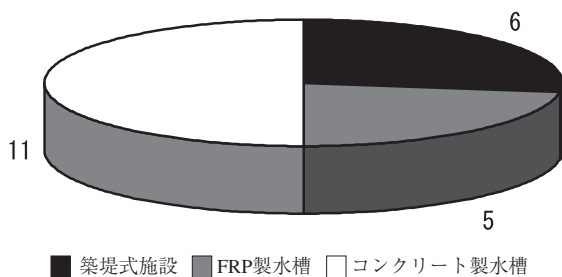


図2. 使用された中間育成施設の内訳
図内の数字は施設数

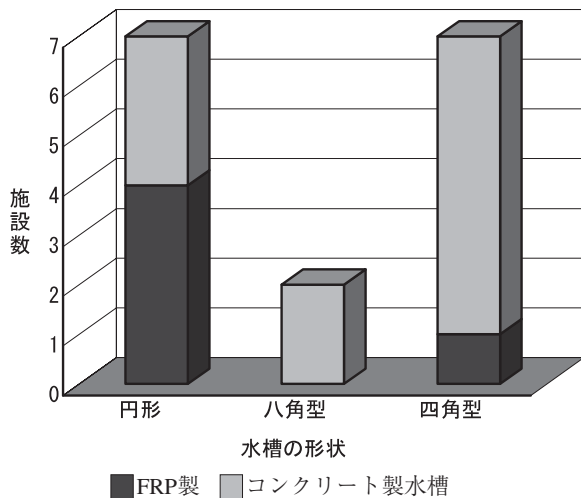


図3. 陸上水槽における形状別施設数の内訳

設数の内訳を図 3 に示した。ガザミ類の中間育成に用いられた陸上水槽の形状には円形、八角型、四角型があり、それぞれ 7 施設、2 施設、7 施設であった。FRP 製水槽は、5 施設中 4 施設が円形であった。施設の大きさは、容積、底面積、高さを表 1 に示した。FRP 製水槽は、容量が 2 kl 及び 3 kl の小型水槽 2 例を除いて集計した。容積の平均値は、FRP 製水槽が 93 kl、コンクリート製水槽が 87 kl であった。底面積の平均値は、FRP 製水槽が 85 m²、コンクリート製水槽が 49 m²、築堤式施設が 4,549 m² であった。水槽の高さの平均値は、FRP 製水槽が 1.1 m、コンクリート製水槽が 1.9 m であった。

次に、付着器の使用とその内訳について、図 4 に示した。付着器を使用している施設は 12 施設、使用してい

表 1. 中間育成施設の大きさ

施設の種類	容積 (kl) 平均値 (最大-最小)	底面積 (m ²) 平均値 (最大-最小)	高さ (m) 平均値 (最大-最小)
FRP 製水槽	93 (64-113)	85 (64-113)	1.1 (1.0-1.3)
コンクリート製水槽	87 (45-208)	49 (28-113)	1.9 (1.0-3.5)
対照区	—	4,549 (1,402-11,000)	—

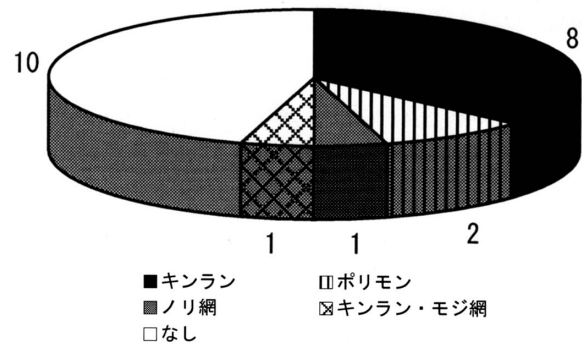


図4. 付着器の使用とその種類の内訳
図内の数字は施設数

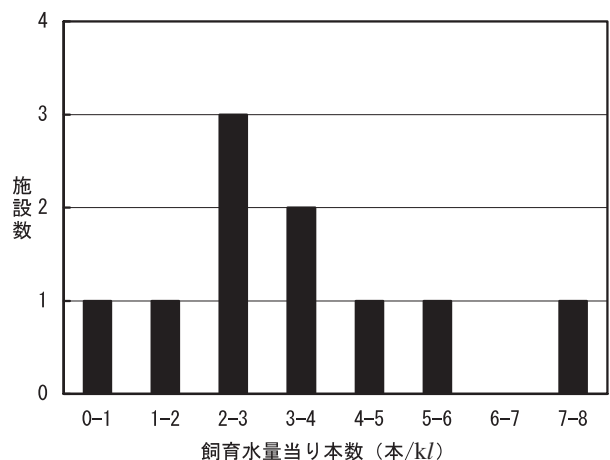


図5. 飼育水量1kl当りのキンラン及びポリモンの使用本数における施設数の頻度

ない施設は10施設であった。使用していない施設には、築堤式施設の5施設が含まれていた。使用された付着器は、キンラン（長さ1.5m、アース（株））が8施設、ポリモン（長さ1m、アース（株））が2施設、ノリ網が1施設、モジ網とキンランの併用が1施設であった。これ以外に水槽の底に砂を敷いている施設が1施設あった。キンランとポリモンを使用していた10施設のうち、飼育水量1kl 当り使用本数における施設数を図5に示した。施設数では2～3本/kl が3施設と最も多かった。1kl 当り使用本数は、少ない施設では0.8本/kl、多い施設では7.5本/kl であった。

飼育方法 14機関が使用していた飼育水は、自然海水が10機関、ろ過海水が4機関であった。種苗生産機関は、全てがろ過海水を使用していた。換水方法は、築堤式施設の場合は干満差を利用したものであった。陸上施設は、大きく分けると流水、止水、止水と流水の併用（以下併用）に分けられた。それぞれの割合を図6に示した。流水が10施設、止水が2施設、併用が4施設であった。併用には、昼の時間帯が流水で夜の時間帯が止水の場合、育成の途中で止水から流水に切り替える場合などがあった。また、同じ機関であっても施設により換水方法が異なる事例があった。流水及び併用における施設ごとの1日当りの換水率について、その割合を図7に示した。最も多かった換水率は、50%の3

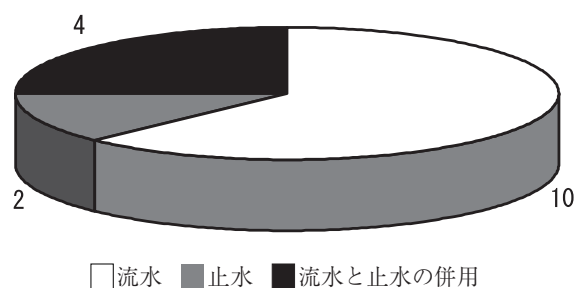


図6. 換水方法の内訳
図内の数字は施設数

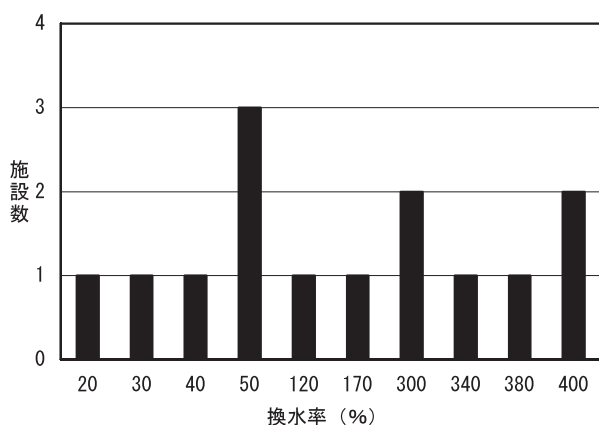


図7. 1日当り換水率の施設数における頻度

施設であった。換水率は最も少ない施設で20%、最も多い施設で400%であった。

使用された餌料の種類の内訳を図8に示した。配合飼料が8施設、アルテミアノープリウス（以下アルテミア）が2施設、生餌（アミエビ、オキアミ、アサリのミンチ等）が6施設、配合飼料とアルテミア及び生餌の併用が5施設であった。配合飼料は魚類用及びクルマエビ用が用いられていた。なお、調査年度に使用されなかった築堤式の1施設は使用餌料に関する報告がなかった。餌料種類別の給餌基準と1日当りの給餌回数を表2に示した。配合飼料の給餌基準の平均値は稚ガニの総重量の21%、最小値と最大値はそれぞれ7%、33%であった。生餌の給餌基準の平均値は稚ガニの総重量の150%、最小値と最大値はそれぞれ100%、200%であった。アルテミアの給餌基準は、1施設から報告があり稚ガニ1尾当り1,000個体であった。給餌回数の平均値は配合飼料が2.7回、生餌が3回であった。

平成15年度の中間育成結果 平成15年度に中間育成を実施した13機関から98飼育例の回答があった。結果はガザミ、タイワンガザミ及びトゲノコギリガザミの3種を種別に集計した（表3）。報告された飼育例数は、ガザミが9機関、61飼育例、タイワンガザミが1機関、33飼育例、トゲノコギリガザミが3機関、4飼育例であった。トゲノコギリガザミの3機関はいずれも同じ県で

表2. 餌料種類別の給餌基準と1日当りの給餌回数

種類	給餌基準 平均 (最小-最大)	給餌基準 の単位	1日当りの 給餌回数 平均(最小-最大)
配合飼料	21% (7-33)	総重量当り	2.7 (1-3)
生餌	150% (100-200)	総重量当り	3 (2-4)
アルテミアノープリウス	1,000 個体	1 尾当り	1

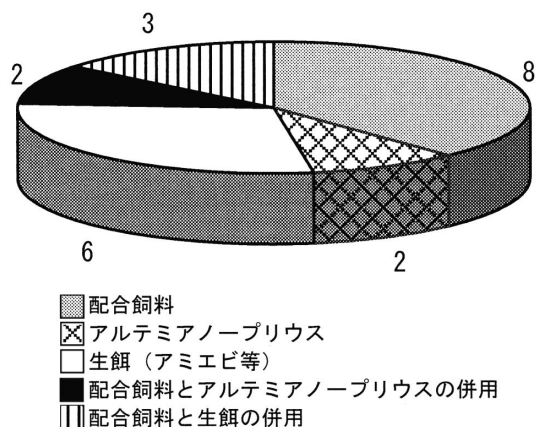


図8. 中間育成で使用された餌料の内訳
図内の数字は件数

表 3. 平成 15 年度の種別中間育成結果（ガザミ、タイワンガザミ、トゲノコギリガザミ）

種名	機関数	飼育 例数	収容尾数 (尾)	取り揚げ尾数 (尾)	収容密度 (尾/kl)	取り揚げ密度 (尾/kl)	収容齢期	取り揚げ 齢期	生残率 (%)	飼育日数 (日)	飼育水温 (℃)
ガザミ	9	61	248,856 (894-2,043,000)	86,178 (343-934,500)	3,516 (71-11,240)	31,057 (30-4,000)	1-2	2-5	29.1 (5.5-74.7)	7 (3-16)	29.1 (19.8-31.8)
タイワンガザミ	1	33	88,803 (40,000-253,000)	28,366 (3,730-98,640)	2,220 (1,000-6,325)	709 (93-2,466)	1	2-4	31.3 (3.5-60.0)	10 (6-21)	28.6 (23.0-30.0)
トゲノコギリガザミ	3	4	145,667 (37,000-250,000)	4,675 (2,226-7,900)	296 (93-500)	8 (6-10)	1	5-6	7.3 (5.3-10.5)	37 (14-60)	24.6 (24.0-24.1)

上段:平均値(単純平均)

下段(最小値-最大値)

あった。収容尾数の平均値は、ガザミが 3,516 尾/kl、タイワンガザミが 2,220 尾/kl、トゲノコギリガザミが 296 尾/kl であった。ガザミの中間育成が行われた施設には陸上水槽の他に築堤式も含まれているため、収容密度の幅が 71 ~ 11,240 尾/kl と大きくなった。タイワンガザミの中間育成には全て同じ大きさの陸上水槽が、トゲノコギリガザミの中間育成には全て築堤式の施設が用いられていた。生残率の平均値は、ガザミが 29.1 %、タイワンガザミが 31.3 %、トゲノコギリガザミが 7.3 % であった。トゲノコギリガザミの生残率が他の 2 種より低い原因は、取り揚げ齢期が C₅~C₆ と大きかったためと思われた。飼育水温の平均値は、ガザミが 29.1 ℃、タイワンガザミが 28.6 ℃、トゲノコギリガザミが 24.6 ℃ であった。トゲノコギリガザミの飼育水温が他の 2 種より低かった原因として、飼育期間が比較的水温の低い 5 月から 6 月であったためと思われた。

考 察

平成 15 年度におけるガザミ類中間育成の平均生残率は 7.3~31.3 % であった。クルマエビの約 40~50%¹⁸⁾ と比較して低い数字である。中間育成時の生残率が低くなると、放流尾数が減少し、放流 1 尾当りの単価が高くなるため、放流経費の回収が困難になる。したがって、中間育成時の生残率は、放流事業の効果を評価する上で重要な項目の一つである。以下には、中間育成時の

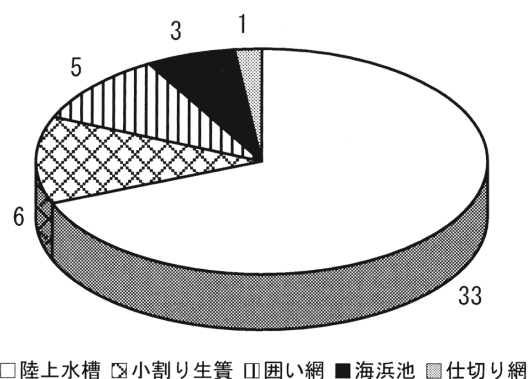


図 9. ガザミ類の中間育成方法別機関数の内訳（平成15年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績）

生残に影響を与える項目について考察した。

施設の種類と形状 本アンケート結果において、最も多く使用されていた施設は、FRP 製水槽及びコンクリート製水槽の陸上水槽であった。このアンケートは調査対象機関が種苗生産機関であるため、集計結果が陸上水槽に偏っていることも考えられるため、水産庁はか¹⁾によるガザミ類（ノコギリガザミ、ガザミ、タイワンガザミ）の中間育成方法別機関数を図 9 に示した。これによると、ガザミ類における中間育成方法別の機関数は、陸上水槽が 33 機関と最も多く、築堤式施設にあたる海浜池は 3 機関であった。これ以外の小割り生簀、囲い網、仕切り網は、全てアンケート対象外である漁協等で行われたものであった。これらの結果から、ガザミ類の中間育成において最も多く用いられている施設は、陸上水槽であると考えられた。また、中間育成に用いられた水槽の形状は、図 3 から円形と四角型が多いという結果となり、一般的な形状の水槽が多く用いられていた。

ガザミ類は中間育成時の共食いが激しいため^{19,20)}、生残率を上げるためには、低密度の飼育が有効であると報告されている^{19, 21)}。また、ノコギリガザミにおいては底面積に比例して生残尾数の決まることが報告されている²¹⁾。このため、効率的な中間育成を行うには底面積の大きい施設が有利になると考えられる。ここで、中間育成に最も多く用いられていた陸上水槽について、各水槽の飼育水量をそれぞれの底面積で割った値を飼育水深とし、飼育水量を水槽容量で割った値を使用率として計算し、表 4 に示した。飼育水深の平均値は、FRP 製水槽が 0.73 m、コンクリート製水槽が 1.35 m、陸

表 4. 陸上水槽における飼育水量の水槽容量に対する割合（使用率）と飼育水深

種類	使用率 (%) 平均値 (最小-最大)	飼育水深 (m) 平均値 (最小-最大)
FRP 製水槽	68.8 (39.2-88.5)	0.73 (0.51-0.89)
コンクリート製水槽	74.4 (42.6-100)	1.35 (0.71-2)
計	73.2 (39.2-100)	1.22 (0.51-2)

上水槽全体が 1.22 m であった。使用率の平均値は、FRP 製水槽が 68.8 %，コンクリート製水槽が 74.4 %，陸上水槽全体が 73.2 % であった。中間育成実施機関が，中間育成時に飼育水深を意識して低くしているのであれば，水槽の高さがあるコンクリート製水槽の使用率が，FRP 製水槽より低くなると思われたが，両水槽の使用率には余り差がなかった。このことから，飼育水深は，飼育のし易さなど他の要因で決定されていると考えられた。

付着器の種類と使用状況 ガザミ類の中間育成時における生残率の向上には，付着器の設置が有効であると報告されている^{22, 23)}。回答のあった施設のうち，築堤式施設においては底面積が広いとため，収容尾数を多くしない限り付着器の使用は必要ないと思われる。今回の回答でも築堤式施設 6 施設中，5 施設において付着器が使用されていなかった。図 4 の付着器の使用内訳から築堤式を除いて陸上水槽で集計し直すと，使用した施設が 11 施設，使用しなかった施設が 5 施設となる。これは，約 2/3 の施設が付着器を使用したことになる。したがって，付着器は陸上水槽において用いられる頻度が多いといえる。付着器の利用は高密度飼育における生残率の向上にも有効と考えられ，高密度飼育が行われる陸上水槽の水槽容量を最大限に利用し，稚ガニの付着面を広げるためにも有効と考えられる。付着器を使用した 11 の陸上施設のうち，8 施設がキンラン，2 施設がポリモンを使用していた（図 4）。飼育水量 1 kl 当りのキンラン及びポリモンの使用本数は，使用した施設の半数が 2-4 本であった（図 5）。飼育水量 1kl 当りの平均使用本数を計算すると 3.5 本となった。本アンケートでは付着器の設置方法に関する設問を設けていない。付着器は水槽の底面に設置する方法が有効であると報告されている^{22, 23)}。付着器の設置が有効な要因として，稚ガニの潜伏習性の発達に付着器による着生環境が適合したこと，底層に沈殿した餌料が着生した稚ガニに好適な餌料環境を作り出し，共食いが抑制されたことが考えられている²²⁾。このため，付着器の設置にあたっては，水槽の底面積を基準として，設置数を設定する必要があると思われる。ここで，使用頻度の高いキンランの設置基準を考えてみる。キンランの面積をキンランの長さ 1.5 m，幅 0.2 m で計算し，両面が付着面として利用されると考えて 2 倍し，キンラン 1 本当たり 0.6 m² の付着面が得られると仮定すると，水槽の底面積に対する使用されたキンランの総面積の比の平均値は 2.0 倍と計算された。このことから，本アンケート結果からはキンランの設置により水槽の底面積の 2.0 倍，言い換えると底面積 1 m² 当り 2.0 m² の稚ガニの付着面を新たに作り出していると考えられた。これを本数に換算すると，底面積 1 m² 当り 3.4 本となった。したがって，水槽の底面積と同等の付着面を新たに作り出すためには，キンランを底面積 1 m² 当り 1.7 本設置する必要がある

と考えられた。キンラン等の付着器の設置は収容密度を下げる効果があると考えられるので，キンランの設置基準を考えるには，収容密度を考慮する必要がある。収容密度から考えられるキンランの設置基準については，中間育成結果のデータを取り扱う章で後述する。

餌料の使用状況 ガザミ類は中間育成における共食い等による減耗が大きいと考えられることはすでに述べた。共食いの原因として，飼育密度より給餌量が深く関与していると報告されている¹⁹⁾。本アンケート結果からは，配合飼料単独及び配合飼料と生餌の併用が合わせて 52 %（21 施設中 11 施設），生餌の単独が 29 %（21 施設中 6 施設）となり，アルテミアの単独及びアルテミアと配合飼料との併用の 19 %（21 施設中 4 施設）に比べて高い使用率となった（図 8）。このことからガザミ類の中間育成で主に用いられている餌料は，配合飼料と生餌といえる。しかしながら，浜崎・関谷²⁴⁾はガザミの中間育成におけるアルテミアの餌料としての有効性を報告している。アルテミアの使用率が低い理由は何であろうか。ここで，ガザミの中間育成に必要な餌料費について試算してみる。比較する餌料は，配合飼料，生餌（冷凍アミ）及びアルテミアの 3 種類とする。それぞれの購入金額は，玉野栽培漁業センターの購入実績から，配合飼料が 20 kg で 20,000 円，冷凍アミ（イサザアミ）が 15 kg で 1,300 円，アルテミア耐久卵が 1 缶（425 g）で 3,700 円とした。冷凍アミは，調餌作業により 80 % が残存し，アルテミアは，アルテミア耐久卵 1 缶から 1 億個体が得られると仮定した。それぞれの餌料の給餌基準は，表 2 の給餌基準の平均値とし，ガザミ C₁ 種苗 1 尾当りの重量は 0.012 g とした。ガザミ C₁ 種苗 10 万尾当りの 1 日分の餌料費は，配合飼料が 252 円，冷凍アミが 195 円，アルテミアが 3,700 円となり（表 5），冷凍アミを 1 とすると，配合飼料が 1.3，アルテミアが 19.0 となった。仮に，C₁ から C₂ までの生残率が，冷凍アミで 50 %，アルテミアで 100 % としても，餌料費の比は 9.5 となり，およそ 10 倍の差がある。この餌料費の差が，ガザミ中間育成の餌料において，アルテミアが普及しない理由の一つと考えられる。しかしながら，アルテミアは給餌作業の効率化を図るためには有効で

表 5. ガザミの中間育成における第 1 齢稚ガニ 10 万尾当りの 1 日分の餌料種類別費用の比較

種類	第 1 齢稚ガニ 10万尾当り給餌量*1	餌料単価*2	金額(円)
配合飼料	252	1000	252
冷凍アミ	1,800	108	195
アルテミアノープリウス	100,000,000	0.037	3,700

*1：配合飼料及び冷凍アミの単位はg，アルテミアノープリウスの単位は個体。

*2：配合飼料及び冷凍アミの単位は円/kg，アルテミアノープリウスの単位は円/1,000個体。

ある²⁴⁾ことから、中間育成コストの比較にあたっては給餌作業にかかる人件費及び設備費なども含めたコストから積算する必要がある。有効な餌料の技術開発にあたっては、コスト、作業量、生残率の面から比較し直す必要があると思われる。

中間育成結果から考えられる問題点 回答のあった平成15年度中間育成結果から中間育成時の生残率に影響を及ぼす項目についての検討を行った。トゲノコギリガザミは事例数が4事例と少なかったため、除外した。ガザミ及びタイワンガザミについて、生残率と生残率に影響を及ぼすと考えられる収容密度などの各項目との相関係数を計算した(表6)。計算にあたり、複数の齢期が混ざっていた取り揚げ齢期は大きい方の齢期を取り揚げ齢期とした。その結果、両種とも生残率と収容密度に相関は見られず、取り揚げ齢期及び飼育日数とはそれぞれ弱い負の相関が見られた。これは、ガザミは中間育成時に共食いによる減耗が大きいいため、飼育日数が長く、成長が進むほど生残率が低下するためと考えられた。そこで、両種の取り揚げ齢期ごとに平均生残率を計算した結果、C₂での取り揚げ事例では両種とも平均生残率が約40%となり、ガザミは齢期が大きくなるにつれて平均生残率が低下したが、タイワンガザミはC₃では低下したもののC₄ではC₃からやや上昇した。ガザミにおいてはC₂～C₃の平均生残率が34～39%、C₄～C₅が約20%となり、大きく分かれた(図10)。このことから、ガザミの中間育成においてC₃までの事例とC₄以降の事例を分けて、その特徴を見てみる。それぞれの生残率の変動係数を計算したところ、C₂～C₃が0.31、C₄～C₅が0.48となり、C₂～C₃で取り揚げの方がC₄～C₅で取り揚げより、生残率が安定していた。表6と同様に平均生残率と生残率に影響を及ぼすと思われる項目との相関係数を計算したところ、C₂～C₃においては収容密度と弱い負の相関(r=-0.33)が見られた。C₂～C₃で取り揚げた事例について生残率の偏差値が55以上(生残率が41%以上)及び45未満(同30%未満)における平均収容密度を計算したところ、前者は2,455尾/kl、後者は4,845尾/klであった。C₂～C₃全体の平均収容密度は4,152尾/klなので、高い生残率を得るためには収容密度を低くする必要があると考えられた。ただし、偏差値が55以上の9事例のうち3事例は築堤式施設による収容密度が130尾/kl以下の事例であること、2事例は陸上水槽による7,000尾/kl以上の収容密度によるC₂までの飼育であることから、これらを除くと、偏

表6. ガザミとタイワンガザミにおける中間育成時の生残率と生残率に影響を及ぼす項目との相関係数

種名	収容尾数	収容密度	取り揚げ 齢期	飼育日数	飼育水温
ガザミ	0.26	0.00	-0.54	-0.31	-0.11
タイワンガザミ	0.09	0.09	-0.37	-0.28	-0.10

差値55以上の平均収容密度は1,675尾/klとなる。したがって、C₃までの生残率を高めるためには収容尾数を1,700尾/kl程度以下にすることが目安になると考えられた。

しかしながら、この数字は付着器の使用を考慮していない。付着器の種類と使用状況の章で述べたように、付着器の使用は収容密度を低下させることが期待される。中間育成結果のアンケート項目には付着器の使用に関する設問を設けていないが、図1の質問票による付着器に関するアンケート結果から、陸上水槽における水槽の底面積とキンランの付着面を考慮した付着面積当りの収容尾数と生残率の関係、並びにキンランの設置基準について考えてみる。ガザミのC₃までの取り揚げにおける付着面積当りの平均収容尾数は、キンランを設置された施設が1,236尾/m²、付着器を設置されなかった施設が12,415尾/m²、両方を合わせた施設全体が4,230尾/m²であった。C₂及びC₂の混ざったC₃での取り揚げ事例では、付着器が使用されない事例があったが、C₃の取り揚げ事例では、全てキンランが使用されていた。C₃の取り揚げ事例における平均生残率は約32%であったが、この平均値以上の事例における付着面積当りの平均収容尾数は1,016尾/m²、平均値未満では1,517尾/m²であった。したがって、付着面積当りの収容尾数を基準とする場合には、1,000尾/m²程度を目安にすればよいと考えられた。この場合の底面積の平均値は67m²、キンランの面積は107m²であったので、水槽の底面積に対して約1.6倍の付着面をキンランにより新たに作り出したこととなる。この結果から、水槽の底面積当りのキンランの設置基準本数を計算すると、1m²当り2.7本となった。したがって、陸上水槽を用いてC₃までの中間育成においてより高い生残率を得るためには、使用する水槽の底面積1m²当り2.7本のキンランを設置し、付着面積当りの収容密度が1,000尾/m²以下になるように種苗を収容する必要があると考えられた。

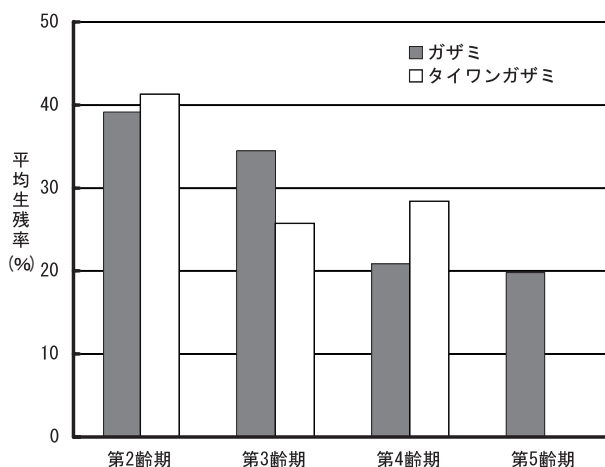


図10. ガザミとタイワンガザミにおける取り揚げ齢期ごとの平均生残率

キンランを設置しない場合においては、底面積当りの収容密度が 1,000 尾/ m² 以下を目安に収容尾数を調整すれば良いと思われる。

C₄ ~ C₅ で取り揚げられた事例における平均生残率約 20 % 以上の 13 事例のうち、7 事例が 2 ~ 3 kl の小型水槽によるもの、他の 6 事例が C₃ の混ざった C₄ での取り揚げによるものであった。報告のあった 30 kl 以上の大型水槽における C₃ が混ざらない C₄ 以上での取り揚げにおける生残率は 10 % 前後であること、C₄ 以降の平均生残率は C₃ ままでと比較して大きく低下したこと（図 10）から、C₄ 以降での中間育成技術は未開発といえる。平均収容密度は小型水槽が 1,252 kl、大型水槽が 3,358 kl であった。C₃ までの取り揚げ事例と同様に、付着面積当りの収容尾数を計算したところ、平均値は大型水槽の事例で 1,404 尾/ m² となり、C₃ までの事例とほぼ同じ値となった。水槽の大きさだけではなく、収容密度も生残率に影響を及ぼしている可能性はある。筆者らの飼育試験結果から、ガザミの重量は脱皮ごとに約 2 ~ 3 倍に増加すること*から、重量を体積ととらえると、中間育成において種苗が成長し、生残率が高くなれば、水槽内の種苗の密度は相対的に増加することとなる。魚類の飼育においては成長に応じて選別及び分槽というサイズを揃え密度を下げる手段がとられるが、ガザミの場合は成長が早いこと、取り揚げ時の種苗の集約時に挟み合いにより脚の脱落が起きやすいことなどから、分槽などは行われていない。分槽を行わないのであれば、高い生残率を得るためには、収容密度を下げるのが現状では最善の方法と思われる。しかしながら、ガザミは 1 水槽の種苗生産で規模にもよるが 100 万尾以上の C₁ 種苗を生産することが可能である。仮に C₁ の取り揚げ密度を 10,000 尾/ kl とすると、中間育成の収容密度を 1,000 尾/ kl とするためには種苗生産と同規模の中間育成水槽が 10 施設必要になる。これは、種苗生産機関のみで対応できる数字ではなく、生産された C₁ 種苗を多数の陸上の中間育成機関に分けるか、数カ所の広大な築堤式の施設に集中するかの方法をとらざるを得ない。C₅ 程度の大型種苗を大量に放流するためには、中間育成時の餌料経費の増大以外に中間育成施設の建設及び維持経費も大きな負担になると考えられる。将来は、これらのことを総合的に勘案して、ガザミ種苗放流における有効な放流サイズを決定し栽培漁業を推進しなければならない。しかし、それらの基礎的知見となる放流効果の把握は、現状で使用できる有効な標識を大型種苗に用いた調査から行わざるを得ないと考える。まず、ガザミの放流効果を定量的に把握することがガザミ栽培漁業における最重要課題である。

*小畑ら未発表

謝 辞

業務ご多用中のところ、本アンケートにご協力いただいたガザミ種苗生産研究会の会員の方々に厚くお礼申し上げます。また、有益なご意見をいただいた編集委員に感謝する。

文 献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社) 全国豊かな海づくり推進協会 (2005) 平成 15 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) ~ 資料編 ~. 420pp.
- 2) 石岡清英・猪子嘉生 (1982) Cohort の漁獲統計が得られる場合の初期資源量の推定方法—江田島湾のガザミを例として—。南西水研報, **14**, 33-54.
- 3) 北田修一 (1983) ガザミの種苗放流効果 (I) —漁獲モデルによる期待漁獲量の推定—。栽培技研, **12**, 37-48.
- 4) 有山啓之 (2000) 大阪湾におけるガザミの生態と資源培養に関する研究。大阪水試研報, **12**, 1-90.
- 5) OBATA, Y., H. IMAI, T. KITAKADO, K. HAMASAKI, and S. KITADA (2006) The contribution of stocked mud crabs *Scylla paramamapsain* to commercial catches in Japan, estimated using a genetic stock identification technique. *Fisheries Research*, **80**, 113-121.
- 6) 宮嶋俊明・豊田幸嗣・浜中雄一・小牧博信 (1996) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について。栽培技研, **25**, 41-46.
- 7) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・上家俊文・松田裕二・大槻直也 (1997) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—II—。栽培技研, **25**, 95-100.
- 8) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・吉田啓一・藤田義彦・境谷季之 (1998) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—III—。栽培技研, **26**, 85-90.
- 9) MIYAJIMA, T., Y. HAMANAKA, and K. TOYOTA (1999) A marking method for kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Fisheries Sci.*, **65**, 31-43.
- 10) 伊藤史郎・江口泰蔵・中島則久・北田修一 (2001) 有明海湾奥部におけるクルマエビ人工種苗の放流効果の検討。栽培技研, **29**, 35-43.
- 11) 森川 晃・伊藤史郎・山口忠則・金澤孝弘・内川純一・皆川 恵・北田修一 (2003) 有明海におけるクルマエビの放流効果。栽培技研, **30**, 61-73.
- 12) 谷田圭亮・池脇義弘・青山英一郎・奥山芳生・野坂元道・藤原宗弘 (2003) 瀬戸内海東部海域における放流クルマエビの移動と成長。栽培技研, **31**, 25-30.
- 13) 谷田圭亮・池脇義弘・青山英一郎・奥山芳生・野坂元道・藤原宗弘 (2003) 瀬戸内海東部海域における

- クルマエビの放流効果. 栽培技研, **31**, 31-34
- 14) 京都府立海洋センター (1997) 平成 8 年度及び平成 4 ～ 8 年度 (総括) 重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書.
- 15) 山口忠則・野田和文・浜崎活幸・伊藤史郎 (2004) ガザミ放流種苗における遊泳脚切り込み標識の有効性. 佐有水研報, **22**, 65-67
- 16) 高知県 (2004) 平成 15 年度栽培資源ブランド・ニッポン推進事業環境調和型 (甲殻類グループ) 栽培漁業技術開発事業報告書 (ノコギリガザミ). 高知1-高知15.
- 17) 長崎県 (2005) 平成 16 年度栽培資源ブランド・ニッポン推進事業環境調和型 (甲殻類グループ) 栽培漁業技術開発事業報告書 (ガザミ). 長崎1-長崎14.
- 18) 浜崎活幸・北田修一 (2005) クルマエビの放流効果ー現状と課題ー. 栽培技研, **33**, 27-43.
- 19) 田畑和男・勝谷邦夫 (1973) ガザミの稚ガニ期における共喰い現象について. 栽培技研, **2**, 27-32.
- 20) 岩谷芳自・中島輝彦・大江秀彦 (1983) ガザミの種苗生産における稚ガニ期の生残率について. 栽培技研, **12**, 19-23.
- 21) 伏見 浩 (1984) ノコギリガザミ人工種苗の中間育成における密度効果. 栽培技研, **13**, 37-40.
- 22) 佐々田昭七・松村史朗・北島 力 (1986) ガザミ中間育成における共喰い防止について. 栽培技研, **15**, 51-56.
- 23) 伊藤史郎・金丸彦一郎・後藤政則・杠 学・中村展男 (1990) ガザミ大型種苗の生産試験. 西海ブロック藻類・介類研究会報, **7**, 59-66.
- 24) 浜崎活幸・関谷幸生 (1998) ガザミ中間育成におけるアルテミアの給餌効果. 栽培技研, **26**, 57-59.