

素掘池で養成したクルマエビの成熟と産卵

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: 崎山, 一孝, 宮島, 義和, 足立, 純一 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014541

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



素掘池で養成したクルマエビの成熟と産卵

崎山 一孝^{*1}・宮島 義和^{*1, *2}・足立 純一^{*1}

Maturation and Spawning of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus*: Broodstock Management in an Earthen Pond

Kazutaka SAKIYAMA, Yoshikazu MIYAJIMA, and Jun-ichi ADACHI

From 1994 to 2001, five experiments were carried out in order to study the occurrence of maturity in an earthen pond and methods of spawning for the kuruma prawn. Maturation commenced in April and May for 1- and 2-year old prawns, respectively, while the maturity ratio was 18 to 89% and varied according to year. Oocytes in mature females were mostly in the third yolk globule stage. Spawning incidence was 40–70% and the spawning of eggs could be effectively induced by unilateral eyestalk ligation. These results demonstrate that kuruma prawns reared for 1–2 years in earthen pond may be used as broodstock.

2002 年 12 月 24 日受理

クルマエビは重要な栽培漁業対象種であり、幼生飼育に係る研究は 1930 年代に始められ、1960 年代に大量種苗生産技術が確立した^{1,2)}。種苗生産には、ほとんどが天然で漁獲される成熟エビが用いられているが、成熟した個体であっても産卵する割合は低く³⁾、日本栽培漁業協会志布志事業場で過去 33 年間の平均産卵個体率はおよそ 40% である⁴⁾。また、天然親エビにはクルマエビ類の急性ウイルス血症 (penaeid acute viremia; PAV) の原因ウイルスである PRDV (penaeid rod-shaped DNA virus) に感染している個体が含まれている可能性があり⁵⁾、クルマエビの種苗生産では、健全な親エビの安定確保が重要な課題となっている。しかし、天然親エビに依存している現状では、入手できる親エビの数は漁獲量と成熟個体の出現率、およびウイルス感染率に大きく影響され、成熟した親エビの安定した確保は困難である。

クルマエビは人工飼育条件下では成熟個体を得ることは難しく^{6,7)}、また、成熟個体でも産卵しなければ、数日以内に卵巣卵が崩壊する⁸⁾。そのため、クルマエビを含めた *Penaeus* 属の卵成熟および産卵についての研究は少ない^{9,10)}。

近年、人工的に養成したクルマエビからの採卵技術として、海洋深層水を用いて養殖クルマエビ (平均体重 21.1–29.0 g) を親エビに養成し、陸上水槽での自然産

卵、および得られた卵を用いた種苗生産が行なわれている^{*3)}。日本栽培漁業協会百島事業場では、1979 年から塩田跡を改造した素掘池を用いて、クルマエビの親養成試験を行い、種苗生産用親エビの大量確保を目的に稚エビから親エビまでの一貫した養成技術を開発し¹¹⁾、さらにウイルスを保有しない健全な親エビの養成を行い¹²⁾、毎年雌雄合わせて 5,000–7,000 尾の生産が可能となった。本報では、養成親クルマエビからの採卵技術の一環として、素掘池で養成した成熟個体の出現と採卵状況について報告する。

材料と方法

供試エビ 試験には、1994–2001 年に百島事業場の素掘池で養成した 5 群のクルマエビを用いた (表 1)。養成方法は前報¹¹⁾と同様であり、1994 年に養成を開始した群を 94 年群、以下同様に 95 年群、96 年群、97 年群、および 99 年群とした。1998 年には新たな養成試験は行わなかった。年齢の区分として、養成を開始した年を 0 歳、翌年を 1 歳、および翌々年を 2 歳とした。94 年群、95 年群および 97 年群は 1 歳時まで、96 年群と 99 年群は 2 歳時まで養成した。94–97 年群には配合飼料 (クルマエビ用飼料; ヒガシマル社製) と冷凍生餌 (アジ, イカ, お

^{*1} 日本栽培漁業協会百島事業場 〒722-0061 広島県尾道市百島町 1760 (Japan Sea-Farming Association Momoshima Station, 1760, Momoshima, Onomichi, Hiroshima, 722-0061 Japan).

^{*2} 現住所: (株)中央ファーム 〒444-3442 愛知県額田郡額田町 1-1.

^{*3} 玉城英信・当真 武 (2002) 養殖クルマエビの産卵. 平成 14 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, pp. 102.

表 1. 成熟度調査および産卵試験に使用した養成クルマエビ

試験群	親の履歴	養成池	収容				餌の種類	1 歳時成熟個体		2 歳時成熟個体	
			年月日	尾数 (尾)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)		出現期間 (月日)	最大 出現率*1 (%)	出現期間 (月日)	最大 出現率*1 (%)
94 年群	天然	2 号池	1994.5. 7	60,000	25.0	0.18	配合飼料*3, 生餌*5	4.17~7.24	89	—	—
95 年群	天然	3 号池	1995.5.12	53,000	27.6	0.17	配合飼料*3, 生餌*5	5. 7~7.23	26	—	—
96 年群	養成*2	2 号池	1996.7.22	39,000	30.6	0.30	配合飼料*3, 生餌*5	4. 7~8.25	38	4. 6~	50
97 年群	養成*2	3 号池	1997.8.29	25,000	36.0	0.18	配合飼料*3, 生餌*5	4.27~6.23	18	—	—
99 年群	天然	3 号池	1999.7. 2	23,000	40.2	0.66	配合飼料*4	5. 8~7.26	43	3.27~	55

*1: 成熟度調査した全個体数に対する成熟個体の割合（成熟個体出現率）の最大値

*2: 百島事業場で養成した親クルマエビ

*3: クルマエビ用飼料, ヒガシマル

*4: エビアン協和, 協和発酵

*5: 冷凍生餌（アジ, イカ, イサザアミ）

およびイサザアミ）を、99 年群は配合飼料（ヒガシマル社製クルマエビ用飼料および協和発酵社製エビアン協和）のみを給餌した。

成熟度調査 いずれの年群でも養成開始から取り揚げ時まで成熟度調査を行い、94 年群、95 年群および 97 年群は 1 歳時まで、96 年群と 99 年群は 2 歳時まで調査した。調査頻度は 1 歳時と 2 歳時の 4~8 月は 4~8 回/月、それ以外の期間は 1~2 回/月としたが、94~97 年群では、カゴ網による捕獲であったため、低水温期の 1~3 月にはクルマエビが捕獲できず成熟度を調査しなかった。99 年群では 2 歳時の 1~3 月に潜水による捕獲と調査を行った。

成熟度調査では、捕獲したクルマエビを一旦 500 l 角型水槽に設置した小割網（80×80 cm、深さ 30 cm）に収容し、頭胸甲長、体長、体重、交尾栓保有率、および成熟度を調べた。成熟度は宮島ら¹³⁾の方法に準じ、卵巣の太さと色により A~D ランクの 4 段階（以下、目視法）に分けた。なお、A および B ランクと判断した個体を成熟個体とした。また、成熟個体については、生検法¹³⁾で卵巣卵に表層胞が確認された個体の割合を調査し、以下の試験に供した。

養成エビの産卵試験 養成した成熟エビからの産卵試験には、A および B ランク個体を用いた。これらの個体は、生検法で卵巣卵に表層胞が確認された個体（成熟段階は前成熟期または成熟期）と確認されない個体（成熟段階は第 3 卵黄球期）に分けた。

産卵方法として、表層胞を有する個体は無処理で産卵させた（表層胞区）。表層胞区として、94 年群、95 年群、および 96 年群の 1 歳エビで試験を行った。卵巣卵に表層胞が確認できない第 3 卵黄球期にある個体は、片眼柄を手術用縫合糸（シルクブレード）で結紮する個体（眼柄処理区）と無処理の個体（眼柄無処理区）に分け、眼

柄処理による産卵誘発方法の効果を比較した。眼柄処理区として、94~97 年群と 99 年群の 1 歳エビ、および 96 年群と 99 年群の 2 歳エビで試験を行った。眼柄無処理区は、96 年群の 1 歳エビで試験を行った。また、対照区としては、94 年群の 1 歳エビを用いて生検法による選別と眼柄処理を施さず産卵させる試験を行った。

産卵の確認では、完全産卵または一部産卵のいずれも産卵個体とし、供試個体数に対する産卵個体数の割合を産卵個体率とした。また、総産卵数を産卵個体数で除した値を 1 個体当たりの平均産卵数とした。

天然エビの産卵試験 養成エビと比較するため、1995 年 3 月 24 日（天然 1 区）と 7 月 14 日（天然 2 区）に愛知県播磨郡一色町で漁獲された天然エビを用いて産卵試験を行った。天然エビは、300 l 水槽による輸送（20 尾、天然 1 区）と、15 l 発泡スチロール箱での輸送（10 尾、天然 2 区）を行った。水温は、輸送前 13℃、輸送後 17℃で、輸送時間は天然 1 区が 12 時間、天然 2 区が 8 時間であったが、天然 2 区は輸送中に 1 尾が死亡し、残りの個体も天然 1 区に比べ、輸送中の遊泳が緩慢で活力が悪かった。百島事業場へ到着後、生検法により表層胞の有無を確認し、第 3 卵黄球期にある個体では片眼柄処理を行い、天然 1 区では表層胞区、眼柄処理区、および無処理区に、天然 2 区では表層胞区と眼柄処理区に分けて産卵させた。

産卵方法 500 l のポリエチレン水槽を産卵に使用し、1 水槽当たり養成エビは 5~6 尾、天然エビは 1~2 尾を収容した。採卵方法は年によって異なり、94~96 年群および天然エビでは換水率 200%/日で流水飼育を行い、水槽側面下部のパイプ（塩ビ製、径 50 mm）からの排水を 30 l ポリエチレン水槽に設置した採卵ネット（径 25 cm、深さ 25 cm、目合 100 μm）に受ける方法で採卵した。97 年群と 99 年群は止水飼育を行い、毎日 1 回全換水して卵

を回収した。各試験区とも毎日16時にアサリの剥き身を飽食量給餌した。水温は1kWチタンヒーターで1歳エビと天然エビでは25℃、2歳エビでは20℃に設定した。産卵水槽へ収容後7日間は毎日産卵の有無を確認し、産卵個体率と産卵量を求めた。

結 果

養成エビの成熟 年齢および養成年群による目視法での成熟個体の出現率を比較するため、各養成年群の1歳時と96年群、99年群の2歳時の成熟個体出現率を図1に示した。これによると、1歳時の成熟個体は、96年群以外では4月下旬～5月上旬から出現した。96年群では1、2歳時とも成熟個体が4月上旬から出現し、1歳時での出現は他の群より早かった。各養成年群における成熟個体の最大出現率は18～89%と大きく変動し、94年群では50%以上の高い出現率が約1ヵ月間続いたが、97年

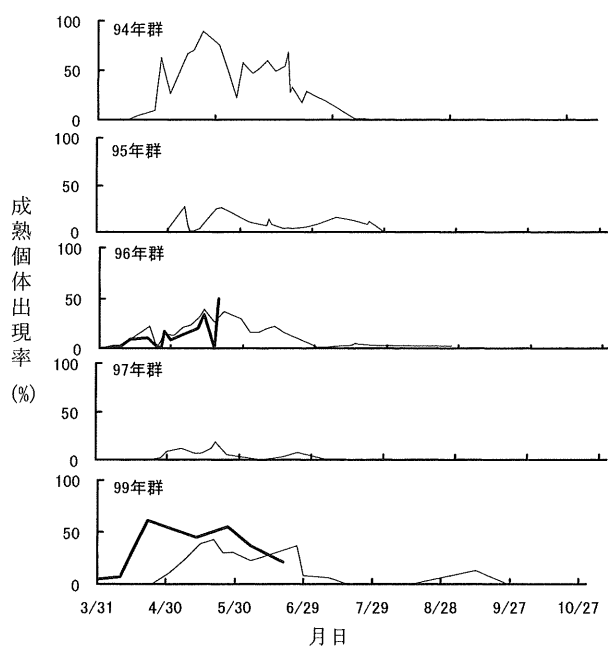


図1. 素掘池で養成したクルマエビの成熟個体出現率の推移
——: 1歳時, — —: 2歳時.

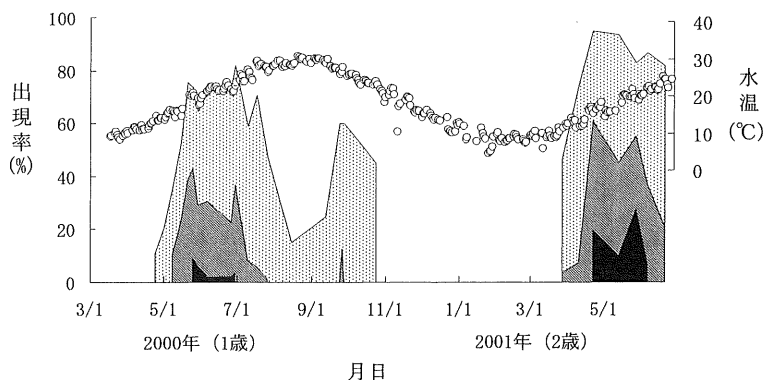


図2. 養成したクルマエビ(99年群)の目視法による各成熟ランク出現の推移
■: Aランク, ■: Bランク, □: Cランク, ○: 水温.

群では期間を通じて20%未満であった。年齢別の成熟個体出現率は、96年群は1歳時と2歳時で顕著な差は認められなかったが、99年群は最高値が1歳時の40%に対し、2歳時で60%と高くなった。

さらに、99年群の1歳時3月から2歳時6月までについて、成熟状況と水温の変化を図2に示した。卵巣がわずかに膨らむ段階であるCランクは、1歳時では4月24日～10月24日に出現し、2歳時では3月27日から確認された。成熟個体であるAおよびBランクは、1歳時では5月8日～7月26日に出現し、9月26日にも一時的に確認された。2歳時では、1歳時より1ヵ月早い3月27日から観察された。Cランク出現時の水温は、1歳時では15℃、2歳時では10℃であった。また、Bランク出現時の水温は、1歳時では20℃、2歳時では15℃と年齢により違いが見られた。

成熟個体で、卵巣卵に表層胞が確認された個体は、1歳時では5月25日～6月26日、2歳時では4月22日～6月6日の間に確認された(図3)。表層胞が観察された個体が成熟個体中に占める割合は、1歳時では9.4%(5.5～13.6%)、2歳時では13.0%(8.6～18.9%)であった。

養成エビの産卵 養成エビの成熟個体を用いた産卵試験の結果を表2に示した。各試験区における産卵個体率は、対照区の7.1%、眼柄無処理区の2.6%に対し、眼柄処理区で69.4%(40～100%)、表層胞区で74.9%(73.3～76.5%)と顕著に高くなった。眼柄処理区の年齢による

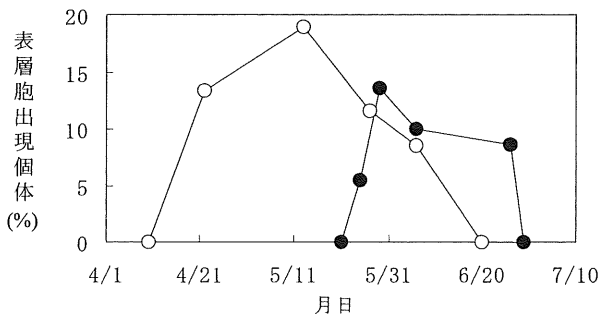


図3. 養成した成熟クルマエビ(99年群)卵巣卵に表層胞が確認された個体の割合
●: 1歳時, ○: 2歳時.

表 2. 素掘池で養成した成熟クルマエビの産卵方法と産卵結果

養成群	試験期間	体長 (mm)	表層胞区			眼柄処理区			無処理区			対照区 (自然産卵)		
			供試 尾数 (尾)	産卵個 体率 (%)	産卵量 (万粒/ 尾)	供試 尾数 (尾)	産卵個 体率 (%)	産卵量 (万粒/ 尾)	供試 尾数 (尾)	産卵個 体率 (%)	産卵量 (万粒/ 尾)	供試 尾数 (尾)	産卵個 体率 (%)	産卵量 (万粒/ 尾)
94 年群	4.28~7. 8	157~170	26	75.0	29.6	15	40.0	19.3	—	—	—	14	7.1	26.1
95 年群	5. 8~7.23	160~176	15	73.3	17.4	6	66.7	9.6	—	—	—	—	—	—
96 年群	4.15~7.18	153~175	51	76.5	9.0	90	71.1	10.6	38	2.6	23.6	—	—	—
97 年群	5. 8~5.23	174~185	—	—	—	32	70.0	4.7	—	—	—	—	—	—
99 年群	5.31~6.30	152~171	—	—	—	20	70.0	9.4	—	—	—	—	—	—
96 年群 ^{*1}	4.28~5.15	188~195	—	—	—	5	100.0	17.0	—	—	—	—	—	—
99 年群 ^{*1}	5.11~5.18	183~186	—	—	—	29	69.0	19.1	—	—	—	—	—	—
天然 1 ^{*2}	3.24	167~206	4	75.0	18.5	6	0.0	0.0	5	16.7	18.5	—	—	—
天然 2 ^{*2}	7.14	140~180	8	25.0	16.3	2	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—

*1: 2 歳時

*2: 愛知県一色町産 (1997 年)

比較では、96 年群と 99 年群の 1 歳時と 2 歳時とも産卵個体率は 70% 以上を示し、年齢による差は認められなかった。

1 尾当たりの平均産卵数は、対照区が 26.1 万粒、眼柄無処理区が 23.6 万粒、眼柄処理区が 12.8 万粒 (4.7~19.3 万粒)、および表層胞区が 18.6 万粒 (9.0~29.6 万粒) であった。眼柄処理区では、1 歳時の産卵数は 96 年群の 10.6 万粒、99 年群の 9.4 万粒に対し、2 歳時の産卵数は、それぞれ 17.0 万粒、19.1 万粒と 1 歳の約 2 倍であった。

天然エビの産卵 天然個体の産卵結果も表 2 に示した。天然 1 区、2 区とも眼柄処理区では産卵しなかったが、眼柄無処理区の産卵個体率は 16.7% であった。表層胞区の産卵個体率は、天然 1 区が 75% であったが、天然 2 区では 25% と低かった。1 尾当たりの産卵量は、天然 1 区が 18.5 万粒、天然 2 区が 16.3 万粒であった。

考 察

百島事業場の素掘池で養成したクルマエビでは、成熟個体の出現時期は 1 歳時では 5~8 月、2 歳時では 4 月以降であり、種苗生産の開始時期^{*4}と一致する。近年は PRDV の感染率が低い天然エビの確保が可能な 4~5 月からの種苗生産に移行しつつあるが、養成個体の 2 歳時では、4 月に成熟個体が出現したことから、早期の親エビ供給の可能性が示された。また、1 歳時の成熟個体の出現時期と出現率は養成年群により大きく変動するが、96 年群は他の年群より早く 4 月に成熟個体が出現し、1 歳でも早期に親エビを供給できる可能性が示された。成熟個体の出現時期の違いについて、天然個体では大型は

ど成熟が早いことから¹⁴⁾、養成個体でも 1 歳時より大型である 2 歳時で成熟個体の出現が早かったと考えられる。しかし、96 年群の 1 歳時の成熟個体は、出現時期が他の群より早かったがサイズは同時期の他の群と同程度であり、早期の成熟には大きさ以外の要因も関与しているものと考えられる。クルマエビ類の成熟には、餌料としてゴカイ類が有効であり^{15, 16)}、養成池では自然発生するゴカイなどのベントスがクルマエビの成熟に関与していることも考えられる。百島事業場の養成池では、成熟個体が出現する直前の 2~3 月にゴカイ類の大量発生が確認され^{*5}、これらの発生量の年変動がクルマエビの成熟に影響し、年群による差が生じたものと推察される。

素掘池で養成した成熟個体を効率的に産卵させる方法として、生検法により卵巢卵の表層胞を確認し、前成熟期または成熟期の個体のみを使用すると、無処理で 73~77% の産卵個体率が得られた。この値は水藤ら¹⁷⁾が表層胞を持つ天然エビを用いて 4~7 月に採卵を行った結果 (66.7~100%) と同程度であった。しかし、素掘池で成熟した個体では、卵巢卵に表層胞を有する割合が低く (図 3)、これらの個体のみで、まとまった尾数の親エビを確保することは困難である。

素掘池で成熟した個体の大部分は第 3 卵黄球期でどまった状態にあるため、量的確保が可能な第 3 卵黄球期の個体からの採卵技術の開発が必要不可欠である。そこで、これらの個体に眼柄処理を施すと平均して 70% (40~100%) が産卵に至り、この方法は養成年群や年齢に関係なく有効な産卵方法であると判断された。片眼柄処理の方法では、切除法に効果が認められているが¹⁸⁾、切除した傷口から病原体が侵入する可能性があるため、疾病防除の面からも結紮法が望ましいと考えられる。結紮法

*4 平成 12, 13 年, 西日本種苗生産機関連絡協議会甲殻類分科会資料。

*5 齊藤 肇 (2001) 粗放的クルマエビ養育池のマクロベントス群集. I. 水質とベントス群集の変動. 第 15 回ベントス学会講演要旨集, pp. 62.

では両眼柄または片眼柄を処理した個体の産卵個体率に有意差は認められず^{*6}、片眼柄の処理で十分であると考えられる。

眼柄処理の効果については、養殖クルマエビでは未成熟個体でも成熟し、15.8~40%の個体が産卵に至り¹⁹⁾、成熟の促進と産卵誘発の効果が認められている。しかし、眼柄処理は天然個体では効果が認められなかったが、養成した個体には有効な方法であると推察される。この理由として、養成個体はカゴ網で捕獲後速やかに試験に供するため活力が良好で、眼柄の処理のストレスに対する抵抗性が強いことが考えられる。一方、天然個体では、漁獲や長時間の輸送によるストレスが産卵を抑制し²⁰⁾、6~7月の高水温期には漁獲から採卵までの水温変化も成熟に悪影響を及ぼし¹⁷⁾、産卵を阻害する要因になると考えられる。

眼柄処理は養成個体の有効な産卵誘発方法であることが示されたが、問題点として産卵個体へストレスを与え、ウイルス性疾病の発生を助長する危険性が指摘されている⁴⁾。しかし、素掘池で養成したPRDVフリー親エビ¹²⁾では、成熟個体に眼柄処理を行ってもPRDVの感染はこれまで確認されていないことから^{*6}、ウイルスに感染していない親エビからの採卵方法として問題は無いものと考えられる。

今後は、効率的な採卵のため、産卵時期を同調させる採卵技術の開発に取り組むとともに、PRDVを保有しない健全な卵およびふ化幼生を種苗生産へ安定して供給するための実用化試験に取り組みたい。

謝 辞

本論文を取りまとめるにあたり、有益なご助言を頂いた日本栽培漁業協会本部の古澤 徹常務理事、同廣瀬慶二参与に深謝します。また、多大な御指導を頂いた百島事業場の高橋庸一場長、ならびに試験にご協力いただいた職員の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) HUDINAGA, M. (1942) Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. J. Zool.*, **10**, 305-393.
- 2) 茂野邦彦 (1969) クルマエビの養殖技術に関する諸問題. 日本水産資源保護協会, 東京, 93 pp.
- 3) 瀬戸内海栽培漁業協会 (1978) III-1 種苗生産技術開発, クルマエビ. 栽培漁業技術開発の歩み, pp. 26-41.
- 4) 加治俊二・今泉圭之輔 (2003) クルマエビ種苗生産技術一(社)日本栽培漁業協会志布志事業場での取り組み一. 栽培漁業シリーズ, 9, 日本栽培漁業協会, 東京 (印刷中).
- 5) 虫明敬一・有元 操・佐藤 純・森 広一郎 (1998) 天然クルマエビ成体からの PRDV の検出. *魚病研究*, **33**, 503-509.
- 6) 金沢昭夫 (1982) 甲殻類, III 外部環境要因による成熟・産卵の制御. 魚介類の成熟・産卵の制御 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 80-89.
- 7) YANO, I. (1995) Final oocyte maturation, spawning and mating in penaeid shrimp. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **193**, 113-118.
- 8) 今 攸・安田政一・粕谷芳夫 (1982) クルマエビ種苗生産に供する親エビの卵巣成熟状況について. *栽培技研*, **11**, 15-19.
- 9) HUBERMAN, A. (2000) Shrimp endocrinology. A review, *Aquaculture*, **191**, 191-208.
- 10) 田原大輔 (2002) クルマエビ (*Penaeus japonicus*) のプロスタグランジン測定系の開発とその生理作用に関する研究. 学位論文, 北海道大学, 北海道, 137 pp.
- 11) 崎山一孝・宮島義和・足立純一 (2002) 素掘池において親養成したクルマエビの成長と生残. *栽培技研*, **30**, 7-13.
- 12) 崎山一孝・虫明敬一・西岡豊弘 (2002) 素掘池を利用した PRDV フリー親クルマエビの養成. *栽培技研*, **29**, 79-83.
- 13) 宮島義和・松本 淳 (1996) 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*, **25**, 37-40.
- 14) 水藤勝喜 (1995) 愛知県一色産クルマエビ種苗生産用親エビについて—I, 漁獲と供給の現状. *栽培技研*, **24**, 9-17.
- 15) LUIS, O. J., and A. C. PONTE (1993) Control of reproduction of the shrimp *Penaeus kerathurus* held in captivity. *J. World Aquat. Soc.*, **24**, 31-39.
- 16) NAESSENS, E., P. LAVENS, L. GOMEZ, C. L. BROWDY, K. MCGOVERN-HOPKINS, A. W. SPENCER, and D. KAWAHIGASHI (1997) Maturation performance of *Penaeus Vannamei* co-fed *Artemia* biomass preparations. *Aquaculture*, **155**, 87-101.
- 17) 水藤勝喜・荒川哲也・伊藤英之進 (1996) 生検法 (Biopsy 法) による種苗生産用親クルマエビの成熟度観察. *栽培技研*, **25**, 27-35.
- 18) YANO, I., and J. A. WYBAN (1993) Effect of unilateral eyestalk ablation on spawning and hatching in *Penaeus vannamei*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*, **22**, 21-25.
- 19) 玉城英信・村越正慶・喜屋武みつる (1998) 養殖クルマエビの母エビ養成 (甲殻類増養殖試験). 平成 8 年度沖縄県水産試験場事業報告書, 147-154.
- 20) 矢野 勲 (1988) クルマエビ属, II 交尾・産卵. エビ・カニ類の種苗生産 (平野礼次郎編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 54-63.

*6 山崎一孝未発表