

沖縄におけるミドリイガイの種苗生産と養成試験

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	村越, 正慶 嘉数, 清
巻/号	34巻2号
掲載ページ	p. 131-136
発行年月	1986年9月

沖縄におけるミドリイガイの種苗生産と養成試験*

村越正慶・嘉数清

(沖縄水産試験場八重山支場・本場)

Culture Experiments of Larvae, Juvenile and Adults of Green

Mussel *Perna viridis* in Okinawa Waters

Masayoshi MURAKOSHI and Kiyoshi KAKAZU

(Yaeyama Branch of Okinawa Pref. Fish. Exp. st. Ishigaki, 907-04)

熱帯系の食用二枚貝であるミドリイガイ *Perna viridis* は、最近、シンガポール、タイ、フィリピン、台湾などで広く養殖が行なわれるようになった¹⁾。ニュージーランドでは同属の *Perna canaliculus* (モエギイガイ) が自生しているが、その養殖も盛んに行なわれており、ミドリイガイ、あるいはムール貝の名称で日本でもその冷凍品が輸入されている。

熱帯系の水域に属する沖縄県では、南方種の移植による水産増養殖の可能性について検討を加えている。ミドリイガイはその一環として1983年2月にフィリピンから沖縄県に移殖を試みた。その後、沖縄本島北部の塩屋湾及び羽地内海で養成試験を行なったところ、1年7カ月間に殻高(長径)で3.7cmから9.8cmに、また重量では4.8gから54.6gに成長した²⁾。この成長量はフィリピンでの成長に比較して遅いが、夏期には比較的高成長を示し、かつ、沖縄の内湾での冬期水温にも耐えられることが分かった。東南アジアでは、養殖漁場へミドリイガイの親貝を移入し、漁場に馴致させた後、天然採苗用の母貝として供されている。しかし本種の自生をみない沖縄県では、その養殖の可能性を検討するにあたって、まず移入貝の成熟試験と種苗生産技術の確立が先決課題である。

そこで養成試験に用いた貝を母貝として、採卵と幼生飼育を試みたところ、1985年に殻高(長径)0.12~0.5cm(平均0.25cm)の稚貝をおよそ27万個体の生産をみる事ができた。またそれらの稚貝の飼育試験では、約10カ月半で、早いものでは、5.9cmに達し、1986年5月23日には放卵、放精が確認され、再びD型浮游仔貝を得ることができた。これらの結果から沖縄におけるミドリイガイの養殖の可能性を見いだしたので、ここにその概要を報告する。

本文に先立ち、貴重な未発表観測資料の引用をさせていただいた一元水産(株)の小林歌男氏および三井海洋産業(株)の根崎悟朗氏に感謝の意を表す。また沖縄県農林水産部伊野波盛仁次長及び沖縄県水産試験場崎山憲一場長には終始試験研究上の便宜と御指導を仰ぎ、心から感謝の意を表す。更に発表の機会を与えられた同水試八重山支場の金城盛徳支場長に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

親貝 フィリピンのマニラ湾カピテで養殖されていた親貝を養殖用の竹ヒビに付いたままヤシの葉で包み、発泡スチロールの箱詰めにした状態で1983年2月7日に沖縄本島的那覇まで空輸した。その養殖場から県水産試験場(本場)の水槽に収容されるまでの輸送時間は約10時間であったが、斃死個体はほとんど見られなかった。これらの貝

* 沖縄県水産試験場業績

連絡先：〒907-04沖縄県石垣市川平828-2

沖縄県水産試験場八重山支場 村越正慶

を1983年3月25日から沖縄本島北部の塩屋湾及び羽地内海で垂下し、同年7月2日に石垣島へ空輸した。その後、1984年7月24日まで石垣島・川平湾で垂下養成した貝や、沖縄本島の前述の場所で1984年8月29日までの1年5カ月間、あるいは1985年7月23日までに2年4カ月間、それぞれ垂下養成していた貝を必要に応じて石垣島へ空輸して採卵実験に供した。

採卵 1984年の採卵は和田³⁾と岩田⁴⁾の方法によって行なった。即ち、前者の方法は卵巣卵を直接切り出して1mMのNH₄OHに30～40分浸漬後、NH₄OHを洗い流してから媒精する“切り出しアンモニア処理法”であり、また、後者の方法は開殻して卵巣を切り取り、1/2mM KClに15～20分間浸漬し、その間にじみでた卵を集めて洗卵後に媒精する“KCL法”である。1985年には、貝を空中に露出して足糸を切り取り、洗浄後、3～5℃高温の止水槽へ移す“干出温度刺激法”によって採卵した。

幼生飼育 飼育容器は1984年には30ℓポリカーボネート水槽3個を、また、1985年には受精後18日目までは500ℓポリカーボネート水槽を3個とその後58日目までは1.2t容量のコンクリート水槽2槽をそれぞれ用いた。供試餌料生物として*Pavlova lutheri*と*Dunaliella tertiolecta*の二種類を培養し、それらを混合投与した。投与濃度は受精後18日目までは*P. lutheri*を1,000～20,000cells/ml(平均6,000cells/ml)、それ以降は4,000～24,000cells/ml(平均12,000cells/ml)であった。また*D. tertiolecta*は前半には1,000～5,000cells/ml(平均4,000cells/ml)後半には4,000～33,000cells/ml(平均11,000cells/ml)の割合で投与した。投餌は1日1回とし、毎日換水後に行なった。換水率は約20%で、飼育水は生海水を簡易濾過器(CF-60, 東洋産業製)で濾過後、流水紫外線殺菌灯(GWO-3021p, 東芝製)を通してものに、24時間強い通気を行なった淡水を全体量の1/5加えた。また受精後18日目までは10ppm硫酸ストレプトマイシンを添加した。飼育は屋内の室温状態で、弱い通気を施しながら行なった。

D型浮游幼生の当初の収容密度は1.7個体/ml(1984年)及び22～36個体/ml(1985年)とした。

採苗器 採苗器は受精後20日目から投入したが、その材質としては5mm径と12mm径のクレモナロープ、遮光ネット、透明塩化ビニール板、タコ糸、テグス及び試験管洗浄ブラシの7種類を用いた。ロープは塩化ビニール管に巻き付けて沈めた。遮光ネットは15cm角に切り、一端におもりを付けて水中に立てた。また、透明塩化ビニール板、タコ糸、テグス及び洗浄ブラシは水槽上面から垂下した。

稚貝飼育 平均殻高0.25cmに達した稚貝は、大きさ40×60×20cm、網目1cmのカニかごの底面に遮光ネットを固定し、その上に2,500個体の稚貝を移し入れた。一部のかごは、かご全体を3mmの網地でカバーした。稚貝の入ったかごは当試験場八重山支場内の2㎡と300㎡のコンクリート池及び約800㎡の素堀池にそれぞれ垂下し、各池毎の成長量を比較した。

結 果

採卵 沖縄本島から搬入後、石垣島の川平湾に1年間垂下した個体は生殖巣の発達が悪く採卵試験には使用出来なかった。即ち、殻高(長径)9.0～10.7cmの親貝を用い、卵巣卵を直接切り出し、アンモニア処理を施したが受精卵は得られなかった。またKCL法では、受精卵は得られたが少量に過ぎなかった。

沖縄本島の羽地内海で1985年7月23日まで垂下養成した殻高8.3～11.3cmの親貝に“干出温度刺激法”を施し、7月24日に止水槽へ移したところ30分後にまず1個体が放精し、それを契機に全個体60個が連鎖的に放卵または放精を行なった。

発生経過 卵から初期稚貝までの経過時間と大きさは表1に示した。

それによれば卵の大きさは約50μmであり、水温27.7～29.3℃では受精後10分で第1極体の放出が観察され、第2極体の放出がそれに続いた。第1分割は30分後から見られた。第2分割は55分後であった。更に分割を繰り返し、3時間後には卵膜の中で回転する胚嚢となり囊胚を経て、早いもので5時間30分後には初期トロコホーラが観察された。D型浮游仔貝は14時間後から出現し、大きさは殻長で80μm、また、殻高で60μmであった。

表1 ミドリイガイの発生経過時間及び大きさ*

	出現時間 (日・時・分)	大きさ (μm)		
		殻長	殻高	直径
受精卵	0	—	—	50
第1極体	10	—	—	—
第2極体	20	—	—	—
第1分割	30	—	—	—
第2分割	55	—	—	—
胚胞	3	—	—	—
囊胚	3~4	—	—	—
初期トロコフォーラ	5	30	—	—
D型浮游仔貝	14	80	60	—
ペディベリジャー	19	240	220	—
初期稚貝	33	360	400	—

*1) — 印は無測定

幼生飼育はD型浮游仔貝から行なった。面盤と足を合わせ持つペディベリジャー (Pediveliger) の大きさは殻長240 μm 、殻高220 μm であり、それに要した期間は1985年の飼育では水温28.5~30.7 $^{\circ}\text{C}$ (平均29.9 $^{\circ}\text{C}$)、塩分濃度26.6~30.7‰ (平均28.3‰) の条件下で受精後19日間であった。

殻長300 μm 前後の幼生では鰓は未発達であり、330 μm 位から殻頂が突出し、鰓が明瞭に観察されるようになった。その頃、幼生は集合的遊泳行動を示し、時には渦巻状になるのが観察され、その後採苗器の上に着生が認められるようになったが、着生力は微弱であった。殻長360 μm になると殻高は400 μm となり、殻長より殻高の方が長くなる傾向を示した。殻長460 μm 、殻高490 μm となると足糸の分泌が観察された。殻長700 μm 、殻高830 μm となると貝殻の表面に赤い模様が現れ始めた。その赤い模様は帯状に現れ、殻長2.9mm、殻高4.1mmの大きさになると貝縁に緑色が出現した。

採苗器 採苗器への付着結果は表2に示した。

受精後21日目から透明塩化ビニール板上に仔貝の付着がみられ、30日目には遮光ネットに、31日目にはクレモナロープにもそれぞれ付着個体が観察された。その大きさは殻長300 μm 前後であった。33日目にはタコ糸、テグス、試験管洗浄ブラシにも付着個体が認められた。受精後58日目の観察では12mmのクレモナロープに一番よく付着し、次いで5mmのクレモナロープ、遮光ネットの順で

表2 各採苗器へのミドリイガイの付着状態

採苗器	付着状態
5mmクレモナロープ	++++
12mmクレモナロープ	+++++
遮光ネット(ポリエチレン)	++
透明塩化ビニール板	+
タコ糸	R
テグス	R
試験管洗浄ブラシ	R

++++:濃密, ++++:密, ++:やや密
+:疎, R:まれ

あった。タコ糸、テグス及び試験管洗浄ブラシでの付着個体数は少なかった。なお使用したコンクリート水槽の側面や底面にも稚貝の付着が多く認められた。

生残 1985年の幼生飼育の生残率は図1に示した。このように、受精後3日目までの生残率は90%と高率であったが、6日目頃からは飼育水槽の底に死殻が目立つようになった。その後の生残は7日目に48.6%、8日目には34.9%、また、10日目には17.0%と急激な減少を示した。19日目に500 ℓ

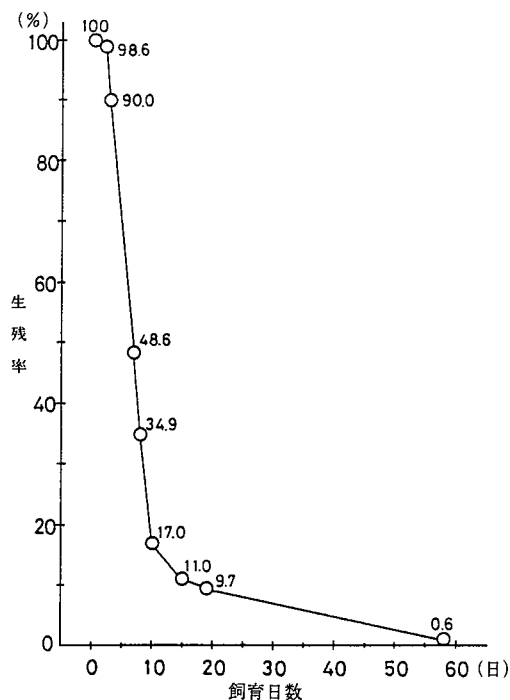


図1 ミドリイガイの幼生飼育における生残率の経日変化

ポリカーボネート水槽から1.2 t 容量 (3.55×0.98×0.35 m) のコンクリート水槽へ幼生を移動した時の生残幼生数は424万個体であり、その際の生残率は9.7%であった。その後、採苗器を投入し、58日目の採苗器取り上げ時の生残数は27万個体となり、受精後からの生残率は0.6%であった。

稚貝の成長 表3は受精後158日目(屋外垂下後100日目)の大型群の大きさを示したものである。

稚貝の垂下場所別の成長は、流水にした2 m²のコンクリート池では0.92±0.11 cmにすぎなかったが、330 m²の大型池での成長は1.43±0.21 cmであった。更に素堀池でのそれは2.83±0.23 cmとなり、

表3 ミドリイガイ幼生の垂下池別成長
(殻高値は平均値±標準偏差)

垂下場所	深さ(m)	殻高(cm)
コンクリート池 (2m ²)	0.8	0.92±0.11
コンクリート池 (330m ²)	1.5	1.43±0.21
素堀池 (800m ²)	1~3	2.83±0.23

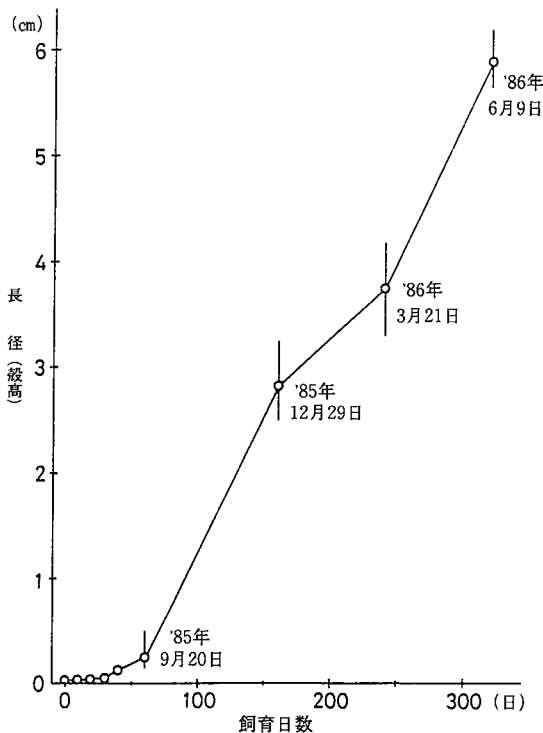


図2 ミドリイガイの成長

2 m²コンクリート池での約3倍、330 m²池での約2倍の好成長を示した。

図2に受精後320日目までの成長を示した。

受精後158日目(1985年12月29日)には平均殻高2.83±0.23 cm (範囲2.51~3.24 cm) となり、その中には3 cmを越える個体も出現した。240日目の1986年3月21日には3.76±0.30 cm (範囲3.30~4.17 cm) となり、320日を経た6月9日には5.90±0.19 cm (範囲5.65~6.20 cm) となった。また1986年5月23日に“干出温度刺激法”を試みたところ、それら養成員による放卵・放精が確認され、その後受精卵はD型浮游幼生にまで発生が進んだ。

考 察

採卵法と採卵時期 岩田⁹⁾によると、ムラサキイガイでは、KCI法は生殖巣の筋肉への刺激とアルカリ性の作用によって産卵が可能になるといわれているが、卵巣卵は受精しないと述べられている。今回のミドリイガイでもそれとはほぼ同様な結果が得られた。シンガポールでは、*Mytilus viridis* (Green Mussel) は周年成熟しており、換水をした刺激のみでも産卵した例があると TAN⁹⁾は述べている。今回の結果から沖縄でも成熟個体から受精卵を得ることの可能性が確かめられた。つまり“干出温度刺激法”によって放卵・放精した親貝を飼育水槽に1個以上入れることによって、他の貝の放卵・放精を誘発できた。これは“生殖巣懸濁法¹⁰⁾”と同じ原理によるものであろう。

沖縄でミドリイガイの生殖巣を観察した結果によれば、冬期は生殖巣の発達した個体は見られず、夏期には比較的よく見られた²⁾。今回の結果でも5月下旬から一部の個体で放卵・放精が観察されており、当地における本種の成熟時期は真夏期(6~8月)と考えられる。従って人工採卵もその時期が好適であると思われる。しかし、夏期に一度放卵・放精してしまった個体は、その後2カ月以上経過しても生殖巣の発達が認められず、沖縄での成熟期間は短く、産卵期も年一度だけ短期間に限られるものと推察された。当地における本種の人工採卵にはこれらのことを配慮すべきであろう。

発生 発生については前述の TAN⁹⁾の報告があ

り、本実験の約30日目に相当する殻長 $340\mu\text{m}$ から $380\mu\text{m}$ の大きさまでの観察がなされている。その報告によればベディベリジャー期までの発生所要時間は、*Chlorella* sp. を餌として、水温 $23\sim 25^\circ\text{C}$ で飼育した場合8日間にすぎず、今回の結果(19日間)に比較して大幅に短かった。これは水温、餌の質及び量、飼育水槽の規模等の飼育環境によるものなのか、今後、検討すべき課題である。

採苗器 フィリピンでは天然産ミドリイガイの採苗器として、竹やロープなどが使用されている。12mmのロープにココナツの皮をほぐして差し込み、それを採苗用ロープと養殖用ロープとに兼用させている。また採苗器への過密な付着はその後の成長を遅くするので、間引きを実施すると共に採苗場所と養殖場所を区別している漁場もある¹¹⁻¹³⁾。

今回の人工採苗の結果では、12mm径のクレモノロープに稚貝が最も良く付着した。しかしそのような人工採苗器以外の基質にも稚貝の付着がみられたこと、また、採苗器に付着しても、その付着力が弱いこと等を考慮すると、養殖用種苗生産を目的とした効率の良い採苗器の考案が望まれる。

生残 TAN⁹⁾の行なった飼育例では生残率が低く、1ℓ水槽を用いた実験では8日間以上の飼育が不可能であり、100ℓ水槽に10~50万個の幼生を入れた実験でも受精後12日目まで生き残ったものはわずか2個体に過ぎなかった。その際、初期減耗が多く、特にD型浮游仔貝になってからは24時間以内に65~75%の幼生を失っている。今回の結果では、幼生飼育開始直後の大幅な減耗は見られなかったが、ベディベリジャーまでの間に飼育個体数は大きく減少した(図1)。また、受精後28日目(300 μm 台)から35日目頃(320 μm 台)には、飼育容器の底やロープ式採苗器に付着した変態期の稚貝が、約80%程度斃死した。このように、今回の幼生飼育実験で示された大幅な生残率の低下はベディベリジャーまでと変態までの2期間あったが、健苗の量産化のためには今後、その原因の究明が必要である。

沖縄での養殖 今回の幼生飼育の結果とこれまでの知見から、本種の沖縄における養殖の可能性について考えてみたい。

フィリピンから移入した貝は、沖縄本島北部の塩屋湾及び羽地内海で養殖することによつて成熟させることが可能であり、これを採卵用親貝として利用できた。しかし石垣島の川平湾では成熟に至らず、かつ成長も劣った。また陸上池の養成実験例でも、池の規模や飼育法の違いによって成長差が見られた。

ミドリイガイは比較的広塩種と言われており、養殖場の最適塩分濃度は27~35‰と報告されている¹³⁾。従つて成熟や成長に及ぼす要因としては水温や餌の量等が考えられる。

図3は根崎¹⁴⁾の調査によるパナイ島バターン湾(フィリピン)と小林¹⁵⁾の調査による沖縄本島・羽地内海及び石垣島川平湾¹⁶⁾の月別水温変化をまとめたものである。バターン湾での水温変動幅は $26.2\sim 31.3^\circ\text{C}$ (年平均 $29.0\pm 1.6^\circ\text{C}$)までの約 5°C である。川平湾におけるその変動幅は $19.6\sim 30.4^\circ\text{C}$ (平均 $25.1\pm 3.7^\circ\text{C}$)までの $10\sim 11^\circ\text{C}$ である。羽地内海では夏期には川平湾の水温変化と大差はないが、冬期の水温は 16.2°C まで低下するので、年変動幅は川平湾より幾分大きい。

餌の量を比較するために、フィリピン¹³⁾、羽地内海¹⁷⁾及び川平湾¹⁸⁾における既報のクロロフィルの測定値を表4にまとめた。それによれば、バタ

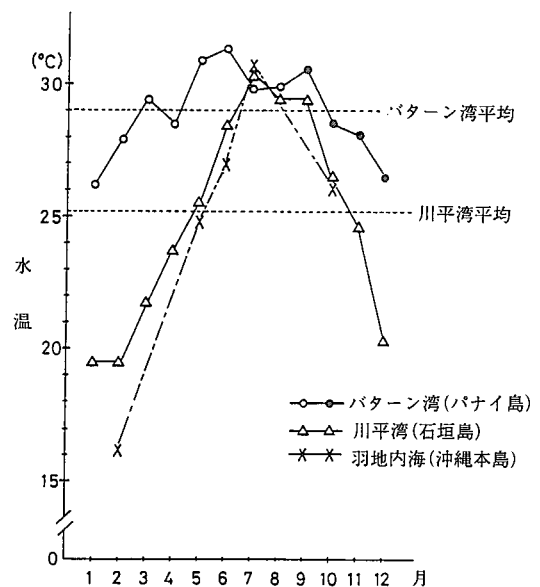


図3 各養殖漁場における水温の月別変化

表4 養殖漁場別クロロフィル量の相違

養殖漁場	海水中のクロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$)
バナイ島 (フィリピン)	17~40
羽地内海 (沖縄本島)	1.12~1.33
川平湾 (沖縄・石垣島)	0.11~0.62

ン湾のクロロフィル量は、羽地内海の最高値と比較しておよそ10~30倍も多い。羽地内海のクロロフィル量は川平湾のそれよりも2~10倍程度も多く、羽地内海は沖縄県下の沿岸の中では最もクロロフィル量の高い海域に属する。なお、羽地内海とはほぼ同レベルのクロロフィル量を有する海域として宮古島の与那覇湾や嘉手苺入江が指摘されている^{19,20)}。羽地内海と川平湾との水温変化がほぼ類似していることから、成長量の差は餌の量に起因しているものと推察される。従って本種の養殖漁場は餌量生物である植物プランクトンの多い海域に限定されるものと考えられる。

パターン湾におけるミドリイガイの成長は年間を通して約1cm/月である¹³⁾。沖縄本島の羽地内海では3.7cmの貝が3月下旬から6月上旬の2.5か月で5.8cmに達し0.85cm/月の割合で成長し、6月上旬から10月下旬の4.9か月では0.53cm/月であり、4~5月の水温上昇期に比較的よい成長が観察された。しかし、冬期には成長鈍化に伴う障害輪の形成が見られた。このことから、漁獲サイズを殻高8~9cmとすると、沖縄での養殖期間は一年半以上を要するものと思われる。

今後、沖縄でミドリイガイ養殖を量産させるためには、人為的な成熟促進を図り、その種苗の短期多回生産の技術開発が急務である。また、健苗育成の観点から、幼生の付着機構に関する究明も必要である。

文 献

1) MASON, J. (1976) : Marine mussel, their ecology and physiology (Bayne ed.). Cambridge University Press. U. K. 385-410.

- 2) 嘉数 清 (1985) : ミドリイガイの導入試験. 沖縄県水産試験場事業報告書, S. 58, 163-166.
- 3) 和田清治 (1941) : シロテフガイ, *Pinctade maxima* (JAMESON) の人工受精及発生に就いて. 科学南洋, 4, 202-208.
- 4) 岩田清二 (1951 a) : ムラサキイガイの放卵放精, 第5報 切り出した外套膜片から成熟卵を得る方法. 日水誌, 17, 15-18.
- 5) 岩田清二 (1951 b) : ムラサキイガイの放卵放精, 第3報 卵巣卵は何故受精不可能か-卵の成熟する時期と場所. 日水誌, 16, 388-392.
- 6) 岩田清二 (1951 c) : ムラサキイガイの放卵放精, 第4報 塩化カリ注射による放出. 日水誌, 16, 393-394.
- 7) 岩田清二 (1951 d) : ムラサキイガイの放卵放精, 第6報 外套膜片のアルカリ処理による放出. 日水誌, 17, 157-160.
- 8) 岩田清二 (1951 e) : ムラサキイガイの放卵放精, 第9報 温度上昇による産卵の機構. 日水誌, 17, 96-97.
- 9) TAN, W. H. (1975) : Egg and larval development in the green mussel, *Mytilus viridis* LINNAEUS. *Veliger*, 18 (2), 151-155.
- 10) WADA, S. K. (1954) : Spawning in the tridacnid clams. *Jap. J. Zool.*, 11 (2), 273-285.
- 11) PHILIPPINE COUNCIL for AGRICULTURE and RESOURCES RESEARCH (1977) : Mussels and Oysters, 1-42.
- 12) CHOO, P. S. (1983) : Mussel culture. SAFIS Extension Manual, 3, 1-17.
- 13) SITOY, H. S., A. L. YOUNG and M. Y. TABBU (1983) : Raft culture of mussels. SAEFDEC Extension Manual, 8, 1-12.
- 14) 根崎悟朗 (未発表) : フィリピン・バナイ島・パターン湾の水質調査.
- 15) 小林歌男 (未発表) : 沖縄本島・羽地内海の水質測定.
- 16) 沖縄県水産試験場八重山支場 (1985) : 川平保護水面. 保護水面管理事業調査報告書, S. 59, 3-30.
- 17) 当真武・照屋忠敬・大城譲 (1983) : ヒオウギガイの養殖試験. 沖縄県水産試験場事業報告書, S. 56, 216-238.
- 18) 沖縄県水産試験場八重山支場 (1984) : 川平保護水面. 保護水面管理事業調査報告書, S. 58, 3-26.
- 19) 当真武・照屋忠敬 (1982) : クビレツタ繁殖地の理化学的環境-I. 沖縄県水産試験場事業報告書, S. 55, 118-128.
- 20) 照屋忠敬・当真武・金城美恵子・大城譲 (1983) : クビレツタ繁殖地の理化学的環境-II. 沖縄県水産試験場事業報告書, S. 56, 204-208.