

海上砂床飼育によるトリガイ稚貝の 中間育成と母貝養成

藤原正夢・藤田真吾

Rearing of the Young and Culture of the Mature Cockles, *Fulvia mutica*, in the Sand Bed on Raft

Masamu FUJIWARA and Shingo FUJITA

Synopsis

In the past for mass production of the artificially reared seedlings of the cockles, *Fulvia mutica* (REEVE), the 1~3 mm-sized seeds have been reared up to 30 mm by means of the basket or the up-welling culture system. Recently, the present authors devised another rearing method viz. culturing them in the sand bed floating on water surface.

By this method, the spring-born seeds of 1 mm and 5 mm grew up to 30 mm in shell length with 35.6 to 85.5% and 65.5 to 91.0% in survival rates, respectively. It was clear that the new method was more effective than the previous ones in terms of the growth as well as survival rates.

To obtain practically the best growth by the method the maximum number of the cockles per m² in the sand bed may be expressed as follows.

$$Y=1,6 \times 10^6 L^{-2.1506}$$

where Y is maximum number of cockles stocked and L shell length in mm. Furthermore, the seawater should be supplied enough to maintain chlorophyll-a consumption rate less than the 50%.

The artificially cultured cockles, equivalent to one-year old, by this method were available for induced spawnings from the aquaculture points of view.

室内で人工種苗生産されたトリガイ稚貝は、現在数 mm で沖出しされ、海底設置網カゴによる方法（西広ら、1983）あるいは生海水を使った海上 Up-welling 装置による方法（西広ら、1984）で 30 mm を目標に中間育成されている。しかし、稚貝の飼育可能なサイズ、生残率の低下および低成長等種々の問題点が残されている。今回、生海水を使った海上砂床飼育によるトリガイ稚貝の中間育成を行い、最適収容個数および注水量を検討した結果、それが上記 2つの飼育法よりも有効な方法であることがわかった。

さらに、トリガイの採卵用母貝は、従来から産卵誘発の約 1 カ月前までに採捕した天然貝（殻長 9~10 cm）を使用してきたが、天然貝の資源変動は大きく、またトリガイ漁業による獲り残し率は毎年 10~20% と低いため（篠田ら、1982）、漁期後には特に採卵用母貝の入手が困

難な事態がしばしばあった。そこで、生海水を使った海上砂床飼育によって、採卵用母貝の養成を試みた。

材料および方法

試験に使用した飼育装置を Fig. 1 に示した。試験水

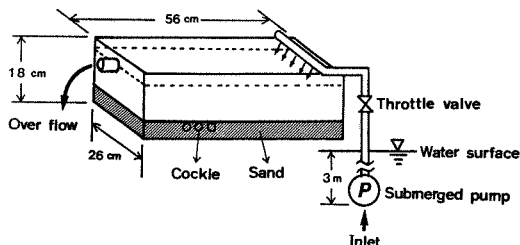


Fig. 1. The apparatus on the raft used in rearing the cockles.

槽には底面積 1,456 cm² (56×26 cm) 深さ 18 cm のポリプロピレン製の容器を用い、底に厚さ 5 cm ほど砂(平均粒径 約 0.3 mm)を入れて使用した。この水槽を栗田湾奥部に位置する京都府立海洋センターの海面養殖施設(設置場所の水深 約 10 m)のフロート上に設置した。揚水は出力 150 W の水中ポンプ(ツルミ S-150)を用いて、水深 3 m 層から行った。

試験に使用したトリガイは、天然母貝から1984年5月17日および5月22日に採卵したもの(以下、春稚貝と言う)と、1984年10月24日に採卵したもの(秋稚貝)を室内水槽で殻長 約 1 mm まで飼育した人工稚貝である。稚貝の試験水槽当たり収容可能個数は、殻長が大きくなるに従って急減するので、殻長 約 1 mm から 30 mm までを前・中・後期の3段階の試験群に分けて中間育成試験を実施した。すなわち、沖出し時の殻長 約 1 mm から 約 7 mm まで飼育の前期試験群(以下、小型稚貝群と言う)、約 4 mm から 約 10 mm まで飼育の中期試験群(中型稚貝群)、および 約 10 mm から 約 30 mm まで飼育の後期試験群(大型稚貝群)である。そして、小型稚貝群では5区、中型稚貝群では6区、大型稚貝群では11区の試験区を設定した。試験は、1984年6月19日から'85年5月24日までの間に実施した。各試験区別の試験期間および日数を Table 1~3 に示した。各試験群で水槽当たりの最適収容個数を求めるため、収容

個数を変えて育成した。また注水量を、小・中型稚貝群では 500 l/時、大型稚貝群では 500 l/時、1,000 l/時および 1,500 l/時に調整した。ただし、小型稚貝群では収容直後の稚貝の流出を防止するため当初 100 l/時とし、徐々に流量を増加して3日後には 500 l/時にした。

試験期間中における注入海水中の植物プランクトン量の季節変化を、バリオセンス (IMPULSPHYSIK GmbH 社製) によって調べた。その方法は以下のとおりである。すなわち、培養した *Nitzschia* spp. の懸濁液を用いて、バリオセンスで測定した蛍光強度と、吸光度法“Lorenzen の方法”で求めた同じ懸濁液のクロロフィル a 量との関係から検量線を作成し、その検量線によって、測定したバリオセンスの蛍光強度をクロロフィル a 量に換算した(有賀, 1979)。また同様にして、大型稚貝群の試験中期と終期において、注排水のクロロフィル a 量を測定し、稚貝によるクロロフィル a の消費率を求めた。

結 果

中間育成試験 飼育期間中における注入海水の水温およびクロロフィル a 量の季節変化を Fig. 2 に示した。水温は8月に 30°C 近くになり、2~3月には 10°C 前後に低下した。また、クロロフィル a 量は年間を通じて変動幅が大きい、8月と12~1月に減少し2~3月に

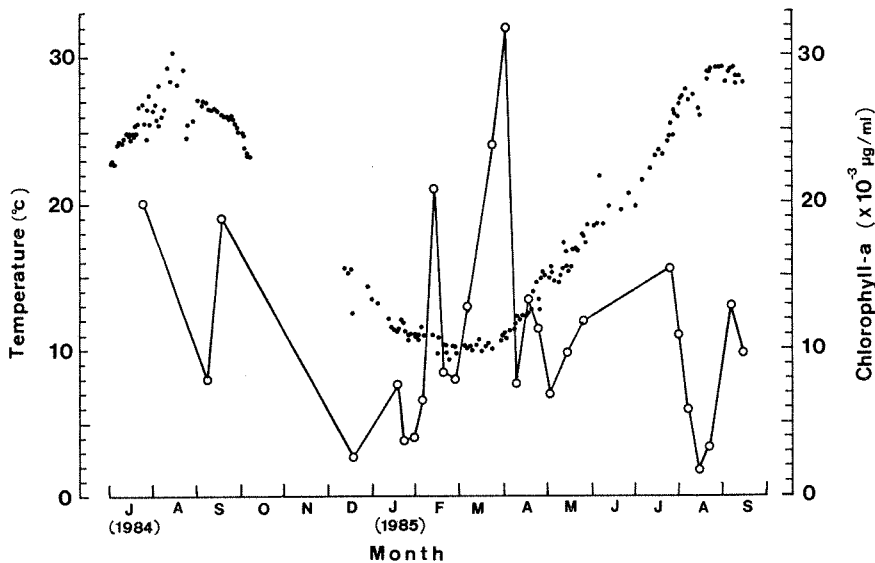


Fig. 2. Seasonal changes of water temperature (●) and chlorophyll-a contents (○) at the inflow.

Table 1. Growth and survival rates of the small-sized young cockles.

Tank*	Stocked		Harvested		Survival rate (%)	Growth rate (mm/day)	Water temperature (°C)	Duration
	No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)	No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)				
1	7,800	0.7±0.2	4,444	6.4±2.5	57.9	0.19	20.1~25.5	1984. 6.19~7.19 30 days
2	14,460	1.0±0.4	7,778	6.9±2.2	54.0	0.28	20.8~24.8	1984. 6.25~7.16 21 days
3	5,540	1.4±0.5	5,280	7.3±3.1	96.5	0.28	〃	〃
4	5,900	0.9±0.2	1,314	7.7±3.7	22.3	0.07	9.4~15.6	1984. 12. 7~85. 3. 13 96 days
5	8,200	0.7±0.2	1,327	7.7±4.0	16.2	0.07	〃	〃

* materials used in tanks Nos. 1 to 3 were born in spring and Nos. 4 to 5 in autumn.

急増する傾向が認められた。その他の月では $5\sim 20 \times 10^{-3} \mu\text{g/ml}$ の範囲内であった。

小型稚貝群の飼育結果を Table 1 に示した。春稚貝では21~30日の飼育で殻長 6~7 mm に成長し、その生残率は 50% 以上であった。一方、秋稚貝では 7.7 mm に達するまでに96日を要し、その生残率は22%以下で春稚貝に比べかなり低かった。日間成長量を見ると、秋稚貝は 0.07 mm/日、春稚貝は 0.19~0.28 mm/日であり、秋稚貝は春稚貝の 1/3~1/4 であった。

中型稚貝群の飼育結果を Table 2 に示した。春稚貝では収容個数を検討するため、500個から3,000個の試験区を設けたところ、生残率は1,000個以下の区で90%、2,000個以上の区で約80%であり、低密度区のほうが高かった。日間成長量も、500個区で 0.48 mm/日、3,000個区で 0.24 mm/日であり低密度区ほど良く、日間成長量は当初収容個数の対数値と逆相関を示した (Fig. 3)。秋稚貝では、収容個数を 1,133 個と 1,379 個としたところ、生残率はそれぞれ71.7%と59.9%で春稚貝よりもやや低かった。また日間成長量は 0.18~0.19 mm/日で春稚貝の997個区 (0.42 mm/日) の1/2以下であった。

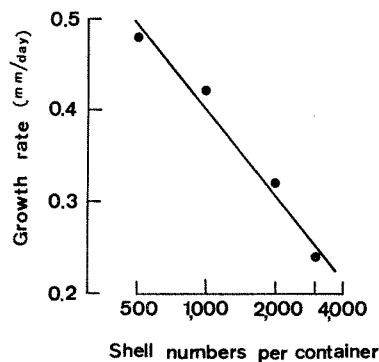


Fig. 3. Relationships between shell numbers per container and growth rate in tanks Nos. 6 to 9 shown in Table 2.

大型稚貝群の飼育結果を Table 3 に示した。収容個数と注水量を検討したところ、春稚貝の成長は同じ収容個数では注水量が多いほど良く、同じ注水量では収容個数が少ないほうに良い傾向がみられた。秋稚貝は、飼育開始時の平均殻長が 8.3 mm と 12.5 mm の区で同様の傾向がみられたが、22.4 mm の区では注水量が多くても成長はほとんど変わらず一定であった。そこで、稚貝 1 個当たりの注水量と日間成長量の関係を Fig. 4 に示した。日間成長量と稚貝 1 個当たりの注水量の対数値と

Table 2. Growth and survival rates of the middle-sized young cockles.

Tank*	Stocked		Harvested		Survival rate (%)	Growth rate (mm/day)	Water temperature (°C)	Duration
	No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)	No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)				
6	3,002	4.1±1.0	2,413	8.8±2.3	80.4	0.24	24.4~27.4	1984. 7.10~7.30 20 days
7	1,994	4.5±0.9	1,565	10.8±2.1	78.5	0.32	〃	〃
8	997	4.9±1.0	930	13.2±2.5	93.3	0.42	〃	〃
9	500	5.0±1.1	454	14.5±2.5	90.8	0.48	〃	〃
10	1,379	4.4±1.0	826	12.0±2.7	59.9	0.19	10.0~14.7	1985. 3.15~4.24 40 days
11	1,133	4.1±0.9	812	11.4±2.6	71.7	0.18	〃	〃

* Materials used in tanks Nos. 6 to 9 were born in spring and Nos. 10 to 11 in autumn.

Table 3. Growth and survival rates of the large-sized young cockles.

Tank*	Flow rate (l/h)	Stocked		Harvested		Survival rate (%)	Growth rate (mm/day)	Water temperature (°C)	Duration
		No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)	No. of individuals	Shell length Mean±SD (mm)				
12	1,500	250	11.7±2.0	210	29.2±3.8	84.0	0.44	24.6~30.4	1984. 8.13~9.22 40 days
13	1,000	250	〃	227	29.4±4.1	90.8	0.44	〃	〃
14	500	250	〃	238	24.9±5.0	95.2	0.33	〃	〃
15	1,500	125	〃	122	32.9±3.7	97.6	0.53	〃	〃
16	500	125	〃	122	27.4±3.4	97.6	0.39	〃	〃
17	1,000	250	12.5±1.4	249	25.7±2.3	99.6	0.33	10.0~14.7	1985. 3.15~4.24 40 days
18	1,000	500	8.3±1.3	495	19.9±2.7	99.0	0.29	〃	〃
19	500	500	〃	500	18.8±2.7	100.0	0.26	〃	〃
20	1,500	125	22.4±1.7	124	31.5±2.0	99.2	0.46	15.3~17.9	1985. 5. 4~5.24 20 days
21	1,000	125	〃	125	31.5±2.0	100.0	0.46	〃	〃
22	500	125	〃	123	31.4±2.2	98.4	0.45	〃	〃

* Materials used in tanks Nos. 12 to 16 were born in spring and Nos. 17 to 22 in autumn.

Table 4. Results of the artificial spawnings of the cultured cockles, induced by irradiated sea water with ultraviolet rays.

Origin	Date	No. of individuals used	Shell length Mean \pm SD (mm)	Ejaculating Nos. (%)	Spawning Nos. (%)	No. of eggs per animal ($\times 10^4$)
Spring	June 3	20	65 \pm 3	20 (100)	11 (55)	61
Autumn	Oct. 8	15	58 \pm 3	15 (100)	6 (40)	80

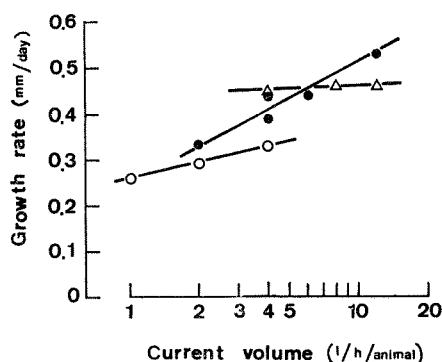


Fig. 4. Relationships between current volume per animal and growth rate. ●: tanks Nos. 12 to 16, ○: tanks Nos. 17 to 19, △: tanks Nos. 20 to 22. The data are shown in Table 3.

は正の相関が認められ、その直線の傾きは春稚貝のほうが大きく、春稚貝のほうが稚貝1個当たりの注水量の多少が成長により影響を与えていた。春稚貝と秋稚貝の日間成長量を、収容個数(250個)と注水量(1,000 l/時)が同じで開始時サイズが約12 mm とほぼ等しい水槽 No. 13 と 17 (Table 3) で比較すると、秋稚貝は0.33 mm/日、春稚貝は0.44 mm/日であり、秋稚貝は春稚貝の3/4であった。生残率は水槽 No. 12 と 13 を除き、すべて95%以上の高い値を示しており、春稚貝と秋稚貝の差はみられなかった。

沖出し時(殻長約1 mm)から30 mm までの通算の生残率を、小・中・大型稚貝群の飼育結果 (Table 1~3) から推定すると、春稚貝で35.6~85.5%、秋稚貝で9.7~22.3%であった。また同様に5 mm から30 mm までの生残率は、春稚貝で65.5~91.0%、秋稚貝で59.7~71.7%であった。春・秋稚貝とも5 mm までの生残率が通算の生残率をほぼ決定しており、特に秋稚貝では5 mm までの生残率が著しく低かった。

最大収容個数 中間育成試験を実施中、水槽 No. 2, 3, 6, 7, 12, 13 において、各試験終了近くに多くの稚貝が砂上にはみ出す状況が観察された。完全に砂上にはみ

出した個体は活力が低下し、へい死するものが多く、これが各区の生残率を低下させた大きな要因の1つであった。そこで、砂上にはみ出す直前の収容個数(即ち、最大収容個数)を殻長別に求めるため、平均殻長約10, 20, および25 mm の稚貝を3水槽にそれぞれ十分な数均一に収容し、完全にはみ出すまで飼育した。その結果それぞれ11日、10日および13日後に完全にはみ出し、最大収容個数は殻長15.9 \pm 2.3 mm で990個、23.3 \pm 2.7 mm で470個、および30.6 \pm 2.1 mm で240個であった。1 m² 当たりの最大収容個数(Y:個)と殻長(L:mm)との関係は、

$$Y = 2.6672 \times 10^6 L^{-2.1506} \quad (r = 0.9978) \quad (1)$$

で表わされた。

採卵用母貝養成 中間育成試験終了後の大型稚貝群の中から成長の良い個体を選び、1槽当たり40個再収容し、注水量1,000 l/時で引き続き飼育して母貝養成を行った。春稚貝では生後約1年の1985年6月、秋稚貝では生後約1年の同年10月に殻長約6 cm で取り上げた。その結果、約3 cm からの生残率は約80%であった。紫外線照射海水法(西広, 1980)によりそれぞれの養成員に対して産卵誘発を行ったが、その結果をTable 4に示した。春・秋稚貝ともに放精誘発率100%で、放卵誘発率は40~55%であった。受精後の発生は正常に進み、約1 mm の沖出しサイズの稚貝が得られた。今回の養成員は、従来から採卵用母貝として使用している殻長9~10 cm の天然貝(西広, 1980)に比べやや小型であったためか、貝1個当たりの産卵数は60万~80万粒と少なく、天然貝の約1/3に相当した。しかし、上記のように放精および放卵誘発率は高く、採卵用母貝として十分使用可能であった。

考 察

トリガイの中間育成は、海底設置網カゴによる方法(西広ら, 1983)、生海水を使った海上 Up-welling 装

* 貝が均一に分布している時、さらに同サイズの貝1個が収容できる空間のない状態を示す。

置による方法（西広ら，1984）によって試みられている。前者の方法では春稚貝を用いた時，殻長 3.1 mm から約 30 mm までの生残率は約 18%，日間成長量は 0.18~0.30 mm/日であった。後者の方法では春稚貝を用いた時，0.9 mm から 4.6 mm までの生残率は42%（日間成長量 0.20 mm/日）で，2.4 mm から 6~8 mm までの生残率は56~94%（日間成長量 0.18~0.30 mm/日）であるが，殻長約 10 mm がこの方法での飼育限界サイズであった。そこで，上記2法と同じ春稚貝を使用し試験サイズが類似している今回の結果と比較すると，殻長 4~5 mm から約 30 mm までの通算の生残率は 66~91% で日間成長量は 0.24~0.53 mm/日であり（Table 2, 3），網カゴ飼育より生残率で3~5倍高く日間成長量も若干多いと判断された。また，殻長約 1 mm から約 7 mm までの生残率は54~97%で日間成長量は 0.19~0.28 mm/日であり（Table 1），海上 Up-welling 法とは生残率，日間成長量ともほぼ同じであると考えられた。以上のように，生海水を使った海上砂床飼育では，① 網カゴ飼育よりも生残率・成長においてすぐれ，② より小型のサイズでの沖出しが可能であり，更に，③ Up-welling 法では不可能な 10 mm サイズ以上の飼育が可能であった。しかし，生海水を使った海上砂床飼育でも，春・秋稚貝ともに殻長 5 mm までの生残率が低く，特に秋稚貝では著しく低かった。秋稚貝の生残率低下の原因としては，① 水槽内の砂に波状跡が形成される程度の，冬期の強い波浪による揺れおよび，② 低成長による飼育日数の増加が考えられる。したがって今後，秋稚貝の生残率を向上させるためには，① 波浪による揺れの影響をなくす方法の開発および，② 後述するように小型貝ほど水温低下に伴う成長量の減少が著しいので，減耗の大きい 5 mm サイズまでの飼育期間をより短くするために，早期採卵による早期沖出しをすることが必要であろう。

秋稚貝の日間成長量は，春稚貝の小型稚貝群で1/3~1/4，中型稚貝群で1/2以下，および大型稚貝群で3/4に相当し，明らかに秋稚貝の成長量は劣っていた。この傾向は網カゴ飼育でもみられた（西広ら，1983）。飼育期間中のクロロフィル a 量の変動幅はかなり大きく（Fig. 2），餌料量の多少では春・秋稚貝の日間成長量差を説明できなかった。飼育期間中の水温を Table 1~3 に示した。小型稚貝群の春稚貝飼育期間中の水温は 20~25°C で秋稚貝は 10~15°C，中・大型稚貝群では春稚貝 25~30°C で秋稚貝 10~15°C であり，いずれも春稚貝飼育期間中の水温が 10°C 以上も高かった。また，春稚貝に

比べ秋稚貝では，稚貝 1 個当たりの注水量（餌料量に相当）は日間成長量にあまり影響を与えていなかったが（Fig. 4），これは水温が低いとトリガイ稚貝は餌を十分に利用できないということを示していると考えられる。したがって，トリガイ稚貝の成長には飼育水温が大きく影響し，10~30°C の範囲内では水温が高いほど成長は

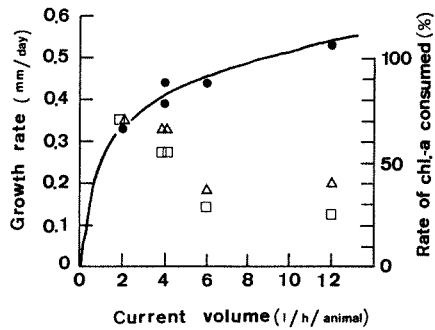


Fig. 5-a. Relationships between current volume per animal and growth rate (●), rate of chlorophyll-a consumed (□, △) by the cockles, in tanks Nos. 12 to 16. Open squares indicate rate of chl-a consumed on the 25th day and open triangles on the 35th day of the experiment, and the density of chl-a ($\mu\text{g/ml}$) in the inflow being 8.0×10^{-3} and 19.0×10^{-3} , respectively.

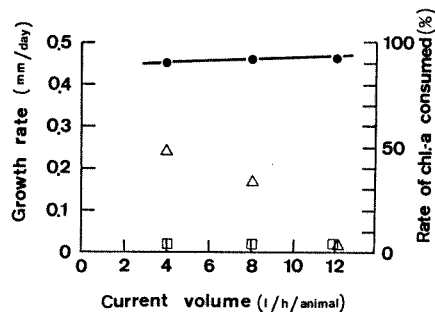


Fig. 5-b. Relationships between current volume per animal and growth rate (●), rate of chlorophyll-a consumed (□, △) by the cockles, in tanks Nos. 20 to 22. Open squares indicate rate of chl-a consumed on the 9th day of the experiment, open triangles on the 20th, and the density of chl-a ($\mu\text{g/ml}$) in the inflow being 9.8×10^{-3} and 12.0×10^{-3} , respectively.

良く、また小型貝ほど水温上昇に伴う成長量の増加が著しいと判断される。

前述のとおり、水温条件によって餌の利用状況は変化し、同じ注水量でも水温によってはそれが十分な場合と不足である場合が考えられ、必ずしも単純には最適注水量を決めることができない。そこで、稚貝によるクロロフィル a 消費率と日間成長量との関係のみた (Fig. 5-a, b) 試験の中期と後期の消費率を比較すると、どの試験区においても稚貝の成長によるためか、後期の消費率が高い傾向がみられる。KIRBY-SMITH (1972) は bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say) の成長と流量の関係について調べ、クロロフィル a の消費率が 40% 以上になると成長が低下しはじめ、70% 以上になると成長は停止すると報告しているが、今回の実験でも少なくとも、試験中期の消費率が 50% 以上の状態では成長が抑制されたと考えられる。したがって、注水量はクロロフィル a の消費率が 50% 以下になるように季節、サイズ、収容量に合わせて調整することが必要と考えられる。なお今回は、飼育槽中の流速については検討しなかったが、bay scallop では、ある流速で最大の成長を示す (KIRBY-SMITH, 1972) ので、トリガイでも今後最適な流速を検討することが必要であろう。

トリガイは水管が殻長よりもかなり短いため、砂泥中で多層に分布することはできない。したがって、単位面積当たりの最大収容個数 (Y) は、殻高 (H) と殻幅 (W) の積に反比例し、 $Y=aHW$ (a は定数) で表わされる。また、殻長 6~11 cm のトリガイの殻長と殻高および殻幅とは直線関係が認められているが (松岡ら, 1968), 5 mm から 30 mm の稚貝についても、成貝に比べ著しい形態の差異は認められないので、同様な関係があると考えられる。よって今回、殻長と最大収容個数の関係を求めたが、最大収容個数はほぼ殻長の 2 乗に反比例していることから、求めた (1) 式は適当であると考えられる。なお、実際に中間育成試験中にはみ出た時点は、(1) 式から求めた最大収容個数よりも少なく、実際の飼育にあたっては Fig. 6 から判断されるように、最大収容個数の 6 割以下にすることが適当と考えられ、その関係は次式で表わされる。

$$Y=1.6 \times 10^6 L^{-2.1506} \quad (2)$$

また、(2) 式から殻長 10 mm サイズの稚貝 10 万個を育成するのに最低限必要な面積は、8.9 m² であるが、30 mm サイズでは 94 m² 以上必要であることがわかる。将来、放流サイズ 30 mm 以上の稚貝を数百万個単位で生産するには多くの面積が必要となるので、今後飼育水

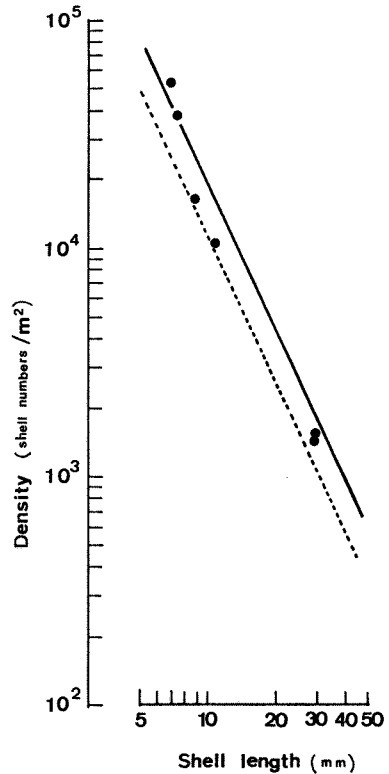


Fig. 6. Relationships between shell length and the maximum number of individuals available. Solid line indicates theoretical capability derived from the equation $Y=2.6672 \times 10^6 L^{-2.1506}$, and broken line the practical modified from the above equation. Solid circles show numbers of shells harvested at tanks Nos. 2, 3, 6, 7, 12, 13, when shells protruded from sand.

槽の立体的な利用等を検討しなければならないであろう。

現在、潜砂性二枚貝類の種苗生産に供されている母貝は、産卵誘発の数日~数カ月前までに採捕した天然貝であり (高見ら, 1978; 大橋ら, 1985; 福島県水産種苗研究所, 1985), 人工貝を養成して母貝に利用した事例はほとんどみられない。今回、トリガイにおいて養成した人工ふ化 1 年貝が採用用母貝として利用可能であることがわかったが、このことはただ単に母貝の安定確保を約束するだけでなく、成長・生残等の点ですぐれた形質を有する個体の選択育種の可能性を持つものと思われる。

要 約 文 献

生海水を使って海上砂床飼育によるトリガイ稚貝の中間育成および母貝養成を試み、以下の結果を得た。

1) 海上砂床飼育では、従来の網カゴ飼育よりも生残・成長においてすぐれ、より小型のサイズ(殻長約1 mm)での沖出しが可能であり、更に Up-welling 法では不可能な 10 mm サイズ以上の飼育ができた。

2) 殻長約1 mm (または5 mm) から30 mm までの生残率は、春稚貝で35.6~85.5% (65.5~91.0%)、秋稚貝で9.7~22.3% (59.7~71.7%) と推定され、1 mm から5 mm までの減耗が大きかった。

3) トリガイ稚貝の成長には飼育水温が大きく影響し、10~30°C の範囲内では水温が高いほど成長は良く、また小型貝ほど水温上昇に伴う成長量の増加が著しかった。

4) 十分な成長を得るためには、注水量は収容稚貝によるクロロフィルa消費率が50%以下になるように、季節・サイズ・収容量にあわせて調整することが必要である。

5) 稚貝の殻長 (L : mm) と最大収容個数 (Y : 個/ m^2) は、次式 $Y=2.6672 \times 10^6 L^{-2.1506}$ で示される。また実際の飼育における収容個数は、最大収容個数の6割以下にすることが必要である。

6) 養成した人工ふ化1年貝が採卵用母貝として利用可能であることが明らかとなった。

- 有賀祐勝. 1979. 藻類生理生態研究法. 「藻類研究法」(西澤一俊・千原光雄編). 387—412. 共立出版, 東京.
- 福島県水産種苗研究所. 1985. 昭和59年度特定研究開発促進事業 貝類の資源培養技術開発研究報告書 (ホッキガイの種苗生産), 1—6.
- Кирьв-Смирн, W.W. 1972. Growth of the bay scallop: the influence of experimental water currents. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **8**(1): 7—18.
- 松岡祐輔・田中俊次・生田哲郎. 1968. トリガイに関する種苗生産技術研究. 京水試業績, **31**: 13—27.
- 西広富夫. 1980. トリガイの人工採苗に関する研究—I 産卵誘発と初期発生. 京都海洋センター研報, **4**: 13—17.
- 西広富夫・西岡 純・藤原正夢. 1983. 海底設置網カゴによるトリガイ稚貝の中間育成. 京都海洋センター研報, **7**: 49—53.
- 西広富夫・吉田弘・藤田真吾. 1984. 生海水を使った海上 Up-welling 装置によるトリガイ稚貝の飼育. 栽培技研, **13**(1): 21—27.
- 大橋 裕・河本良彦. 1985. ミルクイガイ *Tresus Keenac* (KURODA et HABE) の種苗生産に関する研究—昭和57年度までの概況—. 山口県内海栽培漁業センター報告, 55—71.
- 篠田正俊・藤原正夢・西岡 純. 1982. 宮津湾におけるトリガイ資源の研究—I De Lury の方法による資源特性値の推定. 京都海洋センター研報, **6**: 19—23.
- 高見東洋・岩本哲二・中村達夫・中村雅人・陣之内征龍・富山 昭・桃山和夫・井上泰. 1978. アカガイの増養殖に関する研究 (昭和50~52年度総括). 昭和52年度指定調査研究総合助成事業報告書, 1—5.