

トリガイ種苗生産における適正投餌量の検討

藤原 正夢・岩尾 敦志・西広 富夫

Optimum Food Density in Rearings of Larvae and Early Youngs of Cockle, *Fulvia mutica*

Masamu FUJIWARA, Atushi IWAO and Tomio NISHIHIRO

Synopsis

This paper describes the optimum food density in rearing of larvae and early young of a cockle, *Fulvia mutica* (REEVE).

The larvae and early young of cockle were fed on mixtures of unicellular phytoplanktons (*Chaetoceros* sp., *Nannochloropsis oculata*).

The larvae were reared in 500 l tanks, and larval densities at the beginning of the rearing were 1.0 ml⁻¹. The optimum food density in rearing of the larvae were 1×10⁴ algal cells ml⁻¹ at the beginning, 2×10⁴ cells ml⁻¹ 1 day later, 3×10⁴ cells ml⁻¹ 2-5 days later, 4×10⁴ cells ml⁻¹ 6-7 days later, and 5-6×10⁴ cells ml⁻¹ 8-10 days later.

The early young cockles were reared in devised rearing apparatus, and number of cockles stocked were 4×10⁴ per rearing tank. The optimum supplying food densities in rearing of early young cockles were 4.5×10⁴ algal cells ml⁻¹ 0-4 days later, 6×10⁴ cells ml⁻¹ 5-9 days later, and 7.5×10⁴ cells ml⁻¹ 10-11 days later.

京都府立海洋センターでは1976年からトリガイ *Fulvia mutica* の種苗生産に着手し、最近の3カ年では年間140~200万個の1mmサイズ種苗を生産している。このトリガイ種苗生産において、各生産段階の適正投餌量は今まで十分検討されておらず、実際の飼育では幼生や稚貝の様子を見ながら経験的に投餌量が決定されてきた。そこで今回は、現在実施している生産規模での、投餌方法のマニュアル化を図るため、浮遊幼生飼育での適正餌料濃度および沈着初期稚貝飼育での適正投餌量について検討したのでその結果を報告する。

材料と方法

浮遊幼生飼育 飼育槽には500l円形黒色ポリエチレン製水槽を用いた。調温海水のウオーターバス内に飼育槽を設置し、飼育水温を23~25℃に保った。試験開始前日に採卵し、ふ化したD型幼生(殻長約100μm)を飼育槽に1槽当たり50万個収容した。水槽中央にセットした内径4mmのガラス管を通して、約10ml/分のごくわずかな量の通気を行った。飼育槽の水面照度は50lux以下に保たれた。換水方法は全換水とし、最初の換水を幼生収容5日後に行い、その後の換水は3日毎に行った。

飼育水には濾過海水を用いた。飼育水の濾過方法は2段階濾過とし、まず前処理として飼育水を孔径1μmのカートリッジ式フィルターで濾過し、さらにこれを孔径0.7μmのワットマン社製ガラス繊維濾紙で濾過した。飼育餌料には室内で培養した *Chaetoceros* sp. (長軸の長さ約3μm)といわゆる海産クロレラ (*Nannochloropsis oculata*) を用い、この2種を細胞数で等量混合して与えた。適正餌料濃度を検討するため、3区の餌料濃度区(I, II, III区)を設定した。投餌直後の飼育水中の餌料濃度は、I区では飼育開始時に1万Cells/mlとし、その後徐々に増加させ、終了時に8万Cells/mlまで高めた。同様にII区では1万Cells/mlから6万Cells/mlまで、III区では1万Cells/mlから4万Cells/mlまで高めた。なお、各試験区の餌料濃度をできるだけ設定餌料濃度に保つために、毎朝投餌直前にCoulter Counter(ZB型, 100μmアパーチャーチューブを使用)によって各試験区の残餌濃度を求め、各試験区の設定餌料濃度になるように不足分の餌料を追加するという投餌方法を行った。試験期間は7月1日~7月12日の12日間であり、飼育中の平均水温は24.2±0.5℃であった。

沈着初期稚貝飼育 沈着稚貝の飼育期間は、浮遊幼生飼

育で得られた沈着直前の変態期幼生から沖出しサイズである殻長約 0.8 mm 稚貝までの期間である。飼育装置には、幼生を収容する飼育槽と餌料槽とからなる循環二槽式飼育装置を用いた (Fig. 1)。この装置の説明は、藤原ら (1988) の報告の中で詳細に述べてあるのでここでは省略する。飼育水には、孔径 $1\mu\text{m}$ のカートリッジ式フィルターを通した濾過海水を用いた。換水は、1日1回濾過海水を餌料槽にシャワー状に 5l/分の量で約1時間注水し、オーバーフローさせることによって行われた。なお、前述の *Chaetoceros* sp. を指標として、換水前後の濃度を Coulter Counter で測定した結果、この方法による換水率は約65%であった。飼育餌料には浮遊幼生飼育時と同じものを用いた。適正投餌量を検討する

にあたって、近年の飼育好事例 (生残率30%以上) における投餌量に基づいて基準投餌量を設定した (Table 1)。試験区として基準投餌量を投餌量とする区 (II区) と、それよりも投餌量が25%多い区 (I区) および25%少ない区 (III区) の3区を設けた (Table 1)。各区とも設定された量が毎朝換水後には投餌された。なお、毎朝換水直前に Coulter Counter で残餌量を測定した。供試材料として、6月1日採卵後11日間浮遊幼生飼育した平均殻長 $257\pm 39\mu\text{m}$ の幼生を用い、これを各試験区の飼育槽に4万個づつ収容した。試験期間は6月13日~6月23日の11日間であり、試験中の平均水温は $25.6\pm 0.8^\circ\text{C}$ であった。

飼育中の稚貝の摂餌率と稚貝1個体1日当たり摂餌量

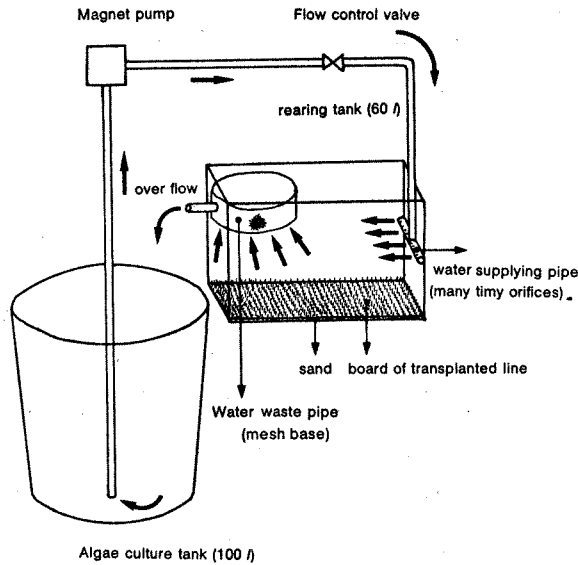


Fig. 1. Rearing apparatus for the early young Cocks.

Table 1. Programed daily food supply and density in the early young Cocks rearing.

Group		Elapsed day		
		0~4	5~9	10~11
I	No. of food supplied ($\times 10^7$ cells)	1,275	1,700	2,125
	food density ($\times 10^4$ cells/ml)	7.5	10.0	12.5
II	No. of food supplied ($\times 10^7$ cells)	1,020	1,360	1,700
	food density ($\times 10^4$ cells/ml)	6.0	8.0	10.0
III	No. of food supplied ($\times 10^7$ cells)	765	1,020	1,275
	food density ($\times 10^4$ cells/ml)	4.5	6.0	7.5

を次式により求めた；摂餌率＝（投餌直後の餌料量－翌日の残餌量）/投餌直後の餌料量×100，摂餌量＝（投餌直後の餌料量－翌日の残餌量）/生存稚貝数。ただし，飼育中の稚貝の減耗は大部分が収容直後に見られ，試験期間中にはほとんど見られなかったことから，試験終了時の稚貝取り上げ数を試験期間中の生存稚貝数とみなした。

結果と考察

浮遊幼生飼育 投餌直後の飼育水中の餌料濃度の変化を Fig. 2 に示した。I 区では飼育開始時 1 万 Cells/ml，1 日後 2.2 万 Cells/ml，2～5 日後 3.7～4.2 万 Cells/ml，6～7 日後 4.9～5.0 万 Cells/ml，8～10 日後 6.5～7.5 万 Cells/ml であった。II 区では飼育開始時 1 万 Cells/ml，1 日後 2 万 Cells/ml，2～5 日後 3.0～3.2 万 Cells/ml，6～7 日後 3.7～3.8 万 Cells/ml，8～10 日後 4.8～6.0 万 Cells/ml であった。III 区では飼育開始時 1 万 Cells/ml，1 日後 1.7 万 Cells/ml，2～5 日後 2.2～2.9 万 Cells/ml，

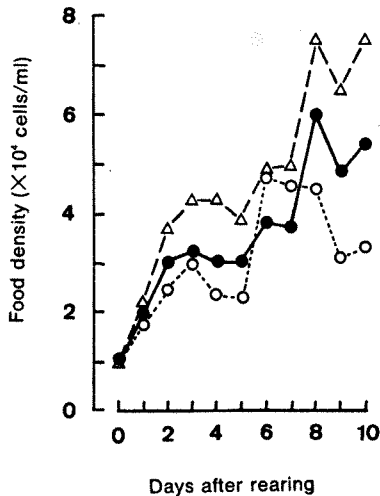


Fig. 2. Daily changes in initial food density in the Cockle larvae rearing. Δ : I ●: II ○: III

6～8 日後 4.5～4.7 万 Cells/ml，9～10 日後 3.1～3.3 万 Cells/ml であり，9～10 日後より 6～8 日後のほうが濃度が高かった。試験期間中の餌料濃度はほぼ I 区>II 区>III 区であったが，6～7 日後は II 区より III 区のほうが高かった。

餌料濃度別の飼育結果を Table 2 に示した。I 区と II 区は取り上げ平均殻長 (249～253 μm)，生残率 (70～76%) ともほぼ同じであった。III 区の生残率は 80% であり他区と大差はなかったが，取り上げ平均殻長は 213 μm であり他区よりも約 40 μm 小さかった。また殻長の標準偏差は，I 区と II 区は 34 μm ，III 区は 36 μm であり，区間に大差はなかった。幼生の平均殻長の推移を見ると (Fig. 3)，I 区と II 区における幼生の日間成長率はほぼ同じ傾向で増加し，成長の停滞も見られず順調に成長したと判断される。III 区の幼生では飼育 5 日後にすでに I，II 区と比較してその日間成長率が小さかったが，5～8 日後間の日間成長率は他の 2 区とほぼ同じであった。しかし，同区の 8 日後以降の日間成長率は再び低下した。この 5～8 日後の日間成長率上昇の原因は，6～8 日後の餌料濃度が高めに推移した (Fig. 2) ためであると考えられる。したがって III 区では，I，II 区と比較して，6～8 日後を除き餌不足状態であったと推測される。

トリガイの種苗生産では，浮遊期の日間成長量が 9 $\mu\text{m}/\text{日}$ 以上で殻長が 220 μm 以上の幼生を沈着初期稚貝飼育に用いることにより，沖出し種苗の安定生産が可能であることが明らかにされている (藤原ら，1988)。したがって，浮遊幼生飼育時の飼育目標は殻長 220 μm 以上で日間成長量 9 $\mu\text{m}/\text{日}$ 以上である。I 区と II 区では殻長，日間成長量ともこの飼育目標値以上の値を示し (Table 2)，良好な飼育結果であった。III 区では日間成長量は目標値以上であったが，殻長は 213 μm で目標値以下であった (Table 2)。さらに III 区では，餌料濃度と平均殻長の推移から餌不足状態であったと推測された。また，I 区と II 区は成長，生残に差が見られなかったことから，餌料効率は餌料濃度の低い II 区のほうがより高い

Table 2. Growth and survival of Cockle larvae.

Group	Shell length Mean \pm SD (μm)	Growth rate ($\mu\text{m}/\text{day}$)	No. of larvae survived	Survival rate (%)
I	249 \pm 34	13.5	350,000	70
II	253 \pm 34	13.9	380,000	76
III	213 \pm 36	10.3	400,000	80

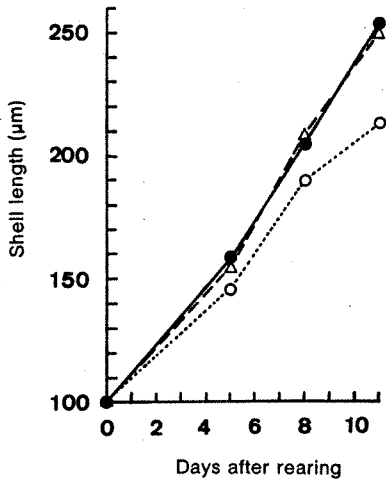


Fig. 3. Growth curve of the Cockle larvae under different food density conditions.
 △: I ●: II ○: III

と考えられた。以上の結果から、適正餌料濃度は成長、生残も良く、餌料効率も高いII区の餌料濃度、すなわち開始時は1万 Cells/ml, 1日後は2万 Cells/ml, 2~5日後は約3万 Cells/ml, 6~7日後は約4万 Cells/ml, 8~10日後は約5~6万 Cells/ml であると考えられる。沈着初期稚貝飼育 各試験区に対して Table 1 に示した方法で投餌を行った。その結果、投餌直後の飼育水中の餌料濃度は、換水後の残餌分が加算されて Fig. 4 に示す餌料濃度になった。I区では7.5~13.1万 Cells/ml, II区では6.0~10.5万 Cells/ml, III区では4.5~7.8万 Cells/ml であり、投餌直後の飼育水中の餌料濃度は投餌量と同様にI区ではII区の約1.25倍、III区ではII区の約0.75倍で試験期間中推移した。

各試験区の飼育結果を Table 3 に示した。取り上げ殻長サイズはI区では784 μm, II区では783 μm, III区では780 μm で各区ともほぼ同じであり、餌料濃度と供試貝の成長との相関は認められなかった。生残率はI区では68.0%, II区では74.5%, III区では58.0%であり、餌料濃度と生残率との相関も認められなかった。な

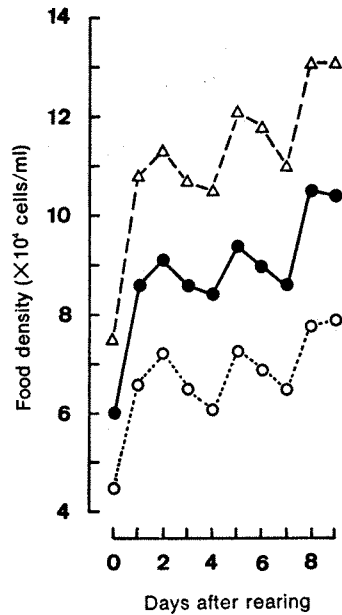


Fig. 4. Daily changes in initial food density in the early young Cockles rearing.
 △: I ●: II ○: III

お、今回の飼育結果と近年の飼育好事例との比較を行うため、昭和62年度の飼育好事例をみると、取り上げ殻長サイズ0.7~1.0 mm, 生残率35.4~70.0% (平均生残率43.9%) であった (藤原ら, 1988)。したがって、今回の飼育結果は各区とも非常に良好であったと判断される。

摂餌率の推移を Fig. 5 に示した。摂餌率は各区とも飼育3日目には約30%, 5日目には約50%, 9日目には約90%に達し、飼育日数の経過とともに増加した。また、稚貝1個体1日当たりの摂餌量 (万 cells/個・日) を Fig. 6 に示した。I区は飼育期間中常にII区の1.2~1.5倍の摂餌量を示した。しかし、稚貝の成長は両区ともほぼ同じであるので、I区の摂餌量からII区の摂餌量を減じた量は未消化のまま排出されたか、アサリ、ハマグリ (千葉・大島, 1957), ウバガイ (天神, 1978) 等

Table 3. Growth and survival of early young Cockles.

Group	shell length Mean±SD (μm)	No. of shell survived	Survival rate (%)
I	784±162	27,200	68.0
II	783±156	29,800	74.5
III	780±161	23,200	58.0

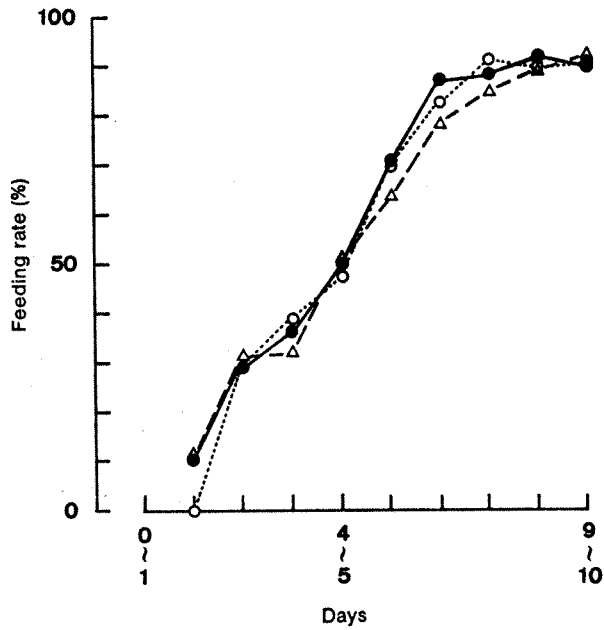


Fig. 5. Daily changes in feeding rate of the early young Cockles under different food density conditions.
△ : I ● : II ○ : III

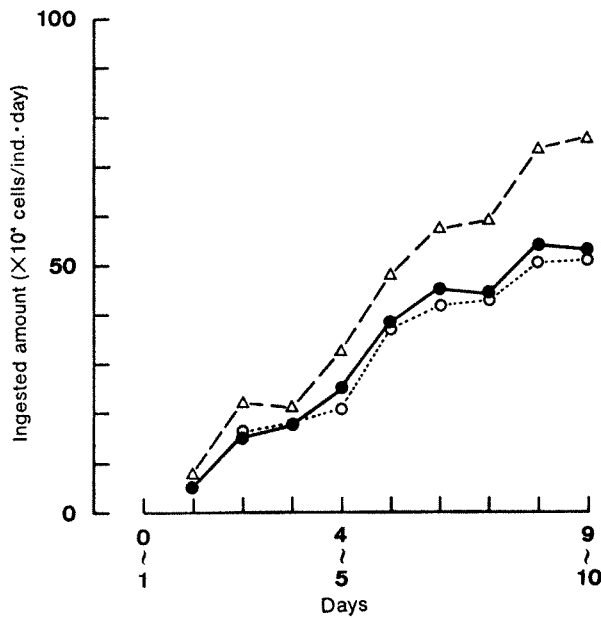


Fig. 6. Daily changes in ingested amount of the early young Cockles under different food density conditions.
△ : I ● : II ○ : III

多くの二枚貝で見られるような偽糞として排出されたのではないかと考えられる。一方、Ⅲ区の摂餌量はⅡ区の0.85~1.05倍である。したがって、Ⅲ区では餌料濃度はⅡ区の約0.75倍でありながら (Fig. 4), 摂餌量は常に0.75倍以上を示しており、Ⅲ区の稚貝はⅡ区よりも効率的な摂餌をしていたと考えられた。以上の結果から、適正餌料濃度は餌料効率の最も高いⅢ区の量であり、その濃度にするための投餌量は、0~4日後4.5万 Cells/ml, 5~9日後6万 Cells/ml, 10~11日後7.5万 Cells/ml であると考えられる。

要 約

- ① 飼育餌料には *Chaetoceros* sp. と *Nannochloropsis oculata* を用い、この2種を細胞数で等量混合して与えた。
- ② 浮遊幼生飼育には 500 l 円形水槽を用い、50万個の幼生を収容して飼育した。
- ③ 浮遊幼生飼育での適正餌料濃度は、開始時は1万

Cells/ml, 1日後は2万 Cells/ml, 2~5日後は約3万 Cells/ml, 6~7日後は約4万 Cells/ml, 8~10日後は約5~6万 Cells/ml であった。

- ④ 沈着初期稚貝飼育には循環二槽式飼育装置を用い、飼育槽に4万個の稚貝を収容して飼育した。
- ⑤ 沈着初期稚貝飼育での適正投餌量は、0~4日後は4.5万 Cells/ml, 5~9日後は6万 Cells/ml, 10~11日後には7.5万 Cells/ml であった。

文 献

- 千葉健治・大島泰雄. 1957. アサリを主とする海産二枚貝の濾水・摂餌に及ぼす濁りの影響. 日本誌, 23 (7 & 8) : 348-353.
- 藤原正夢・岩尾敦志・岡部三雄・西広富夫. 1988. トリガイ種苗量産技術の開発—沈着初期稚貝飼育方法の検討—. 栽培技研, 17(1) : 1-7.
- 天神 僚. 1978. ホッキガイ人工採苗研究—I 餌料濃度が稚貝の摂餌に与える影響. 福島水試研報, 5 : 81-82.