

マナマコの種苗生産と稚ナマコの飼育について

池田 善平・片山 勝介

Rearing Experiments of the Mass Production of Larvae and Settled Juveniles of Sea Cucumber *Stichopus japonicus*

Zenpei IKEDA and Katsusuke KATAYAMA

岡山県のナマコの漁獲量は、1967年の256 tをピークに減少を続け、'84年には38 tとなり、現在もなお減少傾向が続いている。そこで、人工種苗の放流によるナマコ資源の回復を目的として、過去4年間¹⁻⁴⁾、主に種苗生産と中間育成方法について検討した。そして、かなりの数量の種苗の生産が可能となったので、本年度からは放流試験も併せて実施した。

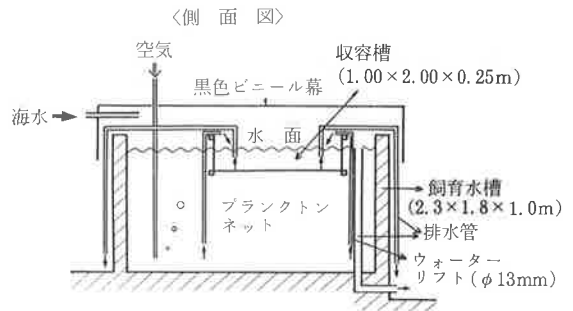
しかし、放流試験は現在も調査を継続中であるため、ここでは種苗生産と中間育成結果について報告する。

材料と方法

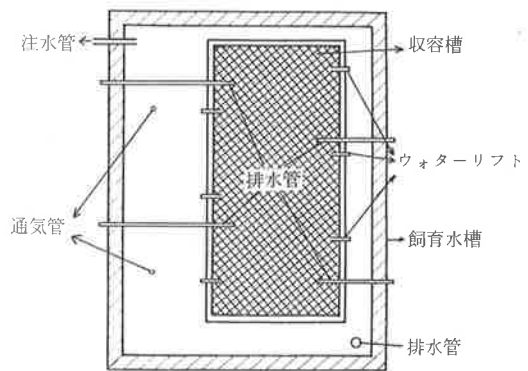
種苗生産 親ナマコは、'85年2月25日から3月15日に、和気郡日生町地先で採捕したマナマコ(アオナマコ) *Stichopus japonicus* で採卵まで屋内水槽(水量約12 k l)に収容して飼育した。特に給餌は行わなかったが、飼育約1か月前より流水とし、水槽壁に繁殖した付着硅藻を摂餌していた。産卵誘発直前の親ナマコの全重量は241~743 g、平均全重量は396 gであった。

産卵誘発 採卵及び幼生の飼育は前報⁴⁾とほぼ同様の方法で行った。なお、産卵誘発は親ナマコ83個体をほぼ同数に3グループに分け、別々に加温刺激を加えて行った。飼育水槽は0.5 k l水槽2槽と1.0 k l水槽1槽を用い、ふ化2日後の *Auricularia* を飼育水1 m l 当たり約2個体の密度で収容し、*Chaetoceros* sp. と *Pavlova lutheri* を与えて飼育した。餌料濃度は前報⁴⁾の飼育密度実験の結果を参考に決定し、残餌を計数してその不足分を与えた。

中間育成 飼育は図1、2に示した2方法で行った。図1は前報⁴⁾とほぼ同様の *Chaetoceros* sp. を餌料とする飼育方法である。飼育水槽は、コンクリート水槽(水量3.6 k l)内に、側面と底面に目合い117 μmのプランクトンネット(以後、ネットと称す)を張った収容槽を水面から15 cm没するように浮かべ、それに稚ナマコを収容して



〈側面図〉



〈平面図〉

図1 稚ナマコの飼育水槽 (1)
飼育した。

飼育水は孔径3 μmの簡易ろ過器でろ過し、原則として飼育水の1/3量に当たる1.2 k lを飼育20日までは毎日、その後は2日に1回注水して換水を行った。また、飼育水1 l 当たり0.5 mgの濃度のトリクロルフォンによる約16時間薬浴を10日に1回行い、コペポダを駆除した。薬浴翌日には3.6 k lを注水して換水を行った。ネットの洗浄は2~4日に1回、海水をネットの外側から吹きつける方法により行った。

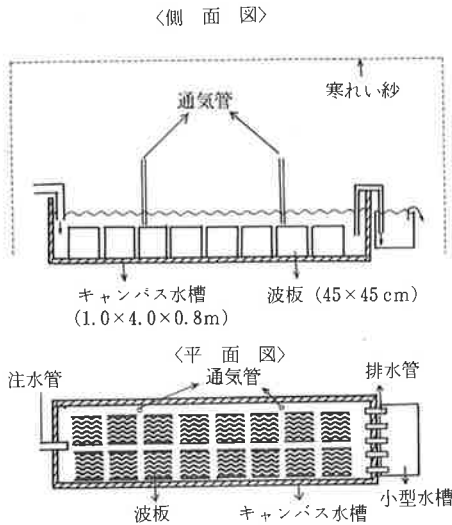


図2 稚ナマコの飼育水槽(2)

図2は、塩ビ製波板上に繁殖させた硅藻を摂餌させて飼育する方法である。45×45 cmの波板160枚を10枚ずつセットとして縦向きに並べて、細長いキャンパス水槽(水量約2.2kl)に入れた。

飼育水は砂ろ過海水で、飼育約1か月前から流水とし、波板に付着硅藻を繁殖させておいた。注水量は1時間当たり、2.2kl前後とした。ただし、稚ナマコ収容当日は稚ナマコの流失を避けるため止水とした。

水槽上は、しゃ光率65~70%あるいは85~90%の寒い紗で覆ってしゃ光し、通気は2か所で行った。

なお、稚ナマコの体長は50個体、体重は100個体の平

均値で示した。

結果と考察

1 種苗生産

親ナマコの飼育水温の経過を前2か年とあわせて図3に示した。水温の上昇は3月下旬までは順調であったが、その後4月中旬にかけて鈍化した。4月の水温は11.8~14.6℃で前年より0.1~1.0℃高かったが、前々年よりは1.4~2.2℃低かった。

親ナマコは水槽収容後付着硅藻を活発に摂餌したが、飼育20日頃から採卵までの約1.5か月間は水槽壁に付着硅藻がほとんど認められなかった。

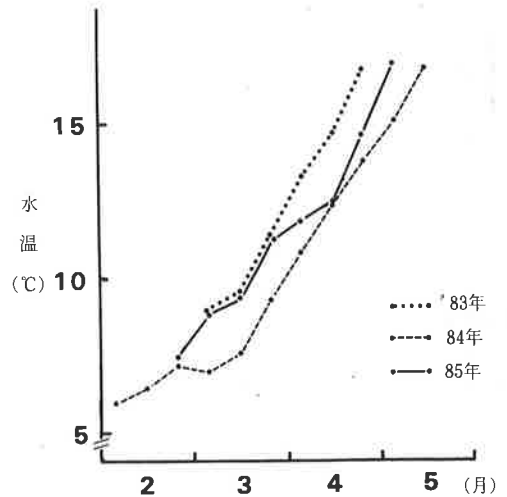


図3 親ナマコの飼育水温経過
(屋内20kl水槽、15時測定値平均)

表1 産卵誘発結果

月日	水温変化 (℃)	誘発個体数 (グループ名)	放精・放卵個体数		刺激開始*
			雄	雌	
4.18	12.9→17.2	25 (A)	2	0	朝
19	13.0→17.8	〃 (〃)	2	0	〃
20	13.2→18.2	〃 (B)	1	0	〃
21	13.2→18.4	〃 (〃)	2	0	〃
30	14.7→19.2	30 (C)	0	0	〃
	14.5→19.5	25 (B)	7	4	夕
5.20	18.2→23.0	24 (A)	0	0	朝
	18.2→23.2	29 (C)	1	0	夕
5.22	18.2→22.6	24 (A)	4	0	〃
	18.2→23.0	〃 (B)	5	2	〃
	18.2→23.0	27 (C)	2	1	〃

* 朝 8:10~9:08の間に開始
夕 17:03~17:25 〃

産卵誘発結果を表1に示した。最初、4月18~21日に加温刺激を加えたが、雄1、2個体しか反応しないため一時中止した。その後30日に9時と17時頃からの2回、別グループの親ナマコに刺激を加えたところ、前者では全く反応しなかったが後者では雄7個体、雌4個体が反応した。5月20日にも朝と夕に試みたところ、後者で雄が1個体反応した。また22日には夕方から3グループを別々に刺激したところ、雄、雌各数個体が反応した。

最初に採卵できた時期が4月30日と前年度の5月4日よりやや早く、前々年度の4月13日より遅れたのは親ナマコの飼育水温が前年度より高く、前々年度より低かったためと考えられる。

浮⁵⁾は、夜行性動物のアワビ類が暗期の始まる前後から夜半にかけて生理的活性が亢進する性質を持っており、成熟に関する生化学的反応も暗期の前後に活発化し、結果として放出行動の発現が暗期開始直後に収束するとしている。今回、朝より夕方刺激を加えた方が放精、放卵個体数が多い傾向がうかがわれたことは、同じ夜行性のナマコの生理活性の変化がアワビ類のそれと同様であることを示しているとも考えられる。

幼生の飼育は5月2、24日及び6月5日から始めたが、その結果を表2に示した。No. 1、2水槽とも飼育初期に大量へい死し、飼育13日後のDoriolaria期の生存率は共に40%程度とほぼ同じであった。しかし、取上げ個体数はNo. 1水槽で 20.8×10^4 個体、No. 2水槽で 10.8×10^4 個体であり、歩留りは前者の20.5%に比べ後者では6.0%と低かった。No. 3水槽の場合はDoriolaria期にはかなり多数の幼生が生存していたが、飼育24日後には全滅した。飼育水中にはコペポダ(種不明)が多数繁殖していた。

3水槽とも歩留りが低かったのは、親ナマコが飼育水中に餌料の付着硅藻を摂餌してしまい途中から餌不足であったと思われることから、得られた幼生の活力に問題があったためかもしれない。特に、歩留りの低かったNo. 3の水槽の場合はコペポダによる食害も考えられる。

2 中間育成

Chaetoceros sp. を餌料とした飼育 飼育結果を表3に示した。飼育は前述のNo. 1水槽で種苗生産した稚ナマコを用いて5月24日から始めた。飼育途中の体長は測定していないが当初の平均体長は0.27mmの稚ナマコが、20日後には2mm、30日後には3mm程度に成長していた。体長3、4mmに達すると体表に茶色の色素顆粒が現われ、体色が白から茶色に変化する。この有色個体は23日後から見え始め、その割合はその後徐々に増加した。取上げた45日後には平均体長は5.6mm、体重は8.4mgで、有色個体は全体の72.2%であった。図4に取上げた稚ナマコの体長組成を示したが、体長は最小が1mm、最大が12mmと成長に著しい差がみられた。なお、飼育期間を通して成長が明らかに停滞した時期はみられなかった。

歩留りは飼育20日後にすでに25.0%に低下しており、前年度⁴⁾同様この間に大量へい死がみられた。その後のへい死は少なく、飼育45日後の生産個体数は 17.6×10^3 個体で歩留りは16.4%であった。

飼育水槽内の餌料の濃度を表4に示したが摂餌量はネットへの餌料の付着量を見ながら徐々に増加していった。

なお、飼育水を孔径3 μ mの簡易ろ過器でろ過したため、前年度と異なり、ネット上にユウレイボヤ *Ciona intestinalis* 等の付着生物は全くみられなかった。

前年度の量産試験結果の内、同様の飼育方法で飼育が

表2 幼生飼育結果

飼育水槽		供試幼生		取上げ稚ナマコ			水温 ($^{\circ}$ C)	飼育 日数	飼育期間 (月・日)
No	水量 (kl)	個体数 ($\times 10^4$ 個)	体長* (mm)	個体数 ($\times 10^3$ 個)	歩留り (%)	体長 (mm)			
1	0.5	101.3	0.32 \pm 0.04	20.8	20.5	0.27 \pm 0.02	21.0~23.6	22	5.2~5.24
2	1.0	181.4	0.43 \pm 0.01	10.8	6.0	0.21 \pm 0.01	22.4~25.4	21	5.24~6.14
3	0.5	126.4	—	0	0	—	22.6~24.8	24	6.5~6.29

* $\bar{x} \pm S.D.$

表3 稚ナマコ飼育結果-1

供試稚ナマコ		取上げ稚ナマコ				水温 ($^{\circ}$ C)	飼育 日数 (日)	飼育期間 (月・日)
個体数 ($\times 10^3$ 個)	体長 (mm)	個体数 ($\times 10^3$ 個)	歩留り (%)	体長 (mm)	体重 (mg)			
107.0	0.27	17.6	16.4	5.6	8.4	19.8~23.2	45	5.24~7.8

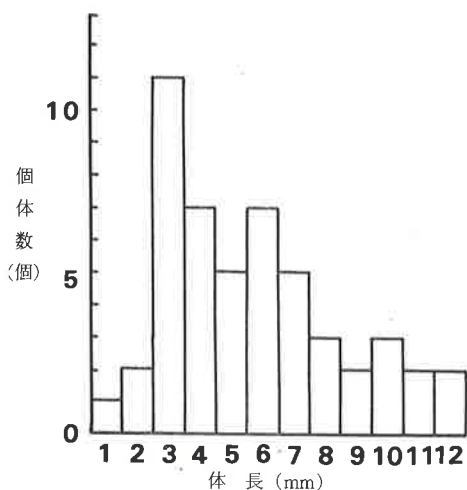


図4 稚ナマコの体長組成

比較的順調であったものと比較すると、成長は前年度の飼育75日後の平均体長6.5mmよりかなり早いと思われた。また、生産個体数も前年度の1収容槽当たり $2.0 \sim 2.5 \times 10^3$ 個体の約9倍とかなり多かった。

成長が早く、生産個体数が多かった原因としては、次のような原因が考えられる。供試個体数が約6倍と多かったこと、飼育水1ml当たりの餌量濃度を1.5~4.0倍と高くしたこと、収容槽側面をキャンパス地からネットに変えて餌料の付着面積を増やしたこと、稚ナマコと餌料が競合するホヤ等の付着生物を駆除したことなどである。また、前年同様、飼育当初に稚ナマコが大量へい死した原因は判然としない。

付着硅藻を餌料とした飼育 当初、体長0.3mm程度の稚ナマコを用いて飼育を始める予定であったが、種苗生産終了日前後に付着硅藻を繁殖させることができなかったことから、前述した *Chaetoceros* sp. を餌料として中間

育成した体長5.6mmの稚ナマコをもちいて飼育を始めた。

飼育結果は表5に示した。餌料の付着硅藻は飼育当初波板が薄く着色する程度に繁殖していたが、その後徐々に減少して着色が認められなくなった。そのため、飼育44日後にシャ光率85~90%から65~70%のシャ光幕に交換して晴天日正午頃の水槽直上の照度を1~2klux から5~6klux に上げた。その後、10日程度でかなり回復したので再び照度を1~2klux に下げたが、着色程度は飼育当初より薄いままで増殖がみられないため飼育66日以後取上げ日まで再び照度を5~6klux に上げた。しかし、付着硅藻は増殖せず、それ以前の状態が取上げ日まで続いた。付着硅藻の内優占していた種類は飼育開始日には *Nitzschia* sp. *Pleurosigma* sp. 及び *Navicula* sp. の3種で、取上げ日前には *Navicula* sp. が優占していた。

飼育135日後の11月19日の稚ナマコの平均体長と体重は6.9mmと10.0mgで、飼育開始日の5.6mm、8.4mgのものよりはやや大きくなってはいたが、この間の稚ナマコの成長は非常に悪かった。また、生産個体数は 2.9×10^3 個体で歩留りも33.0%と低かった。

トリクロルフォンによるコベポーダの駆除は飼育開始日と10日後に2回しか行わなかった。小林ら⁶⁾は体長5mmの稚ナマコは *Tigriopus* sp. に食害されないことを観察しており、用いた稚ナマコの平均体長が5.6mmであることから食害による減耗は少なかったと考えてよからう。したがって、稚ナマコの成長が悪く、歩留りの低かった主な原因は餌不足と思われ、成長や歩留りの向上には付着硅藻の繁殖時期やその量を調節するための飼育照度の検討が必要と考えられた。

あとがき

中間育成した体長5.6と6.9mmの稚ナマコはカキ殻を詰めたかごを海底に並べて作ったナマコ礁2か所に放流し、

表4 飼育水槽内の餌料 *Chaetoceros* sp. の濃度 ($\times 10^4$ 細胞/ml)

飼育開始4日前~19日後	~29日後	~34日後	~39日後	~45日後
0.40	0.80	1.25	1.85	2.43

表5 稚ナマコの飼育結果-2

供試稚ナマコ			取上げ稚ナマコ				水温 ($^{\circ}$ C)	飼育 日数 (日)	飼育期間 (月・日)
個体数 ($\times 10^3$ 個)	体長 (mm)	体重 (mg)	個体数 ($\times 10^3$ 個)	歩留り (%)	体長 (mm)	体重 (mg)			
8.8	5.6	8.4	2.9	33.0	6.9	10.0	16.9~18.1	134	7.8~11.19

その後の成長や生残等について現在調査中である。

要 約

1. 人工種苗の放流によるナマコ資源の回復を目的として、その種苗量産方法の検討を行った。
2. 産卵誘発は加温刺激により行った。本年は飼育水温が低かったためか最初の産卵が4月下旬と遅かった。また、誘発率は朝より夕方の方が高い傾向がうかがわれた。
3. 0.5と1.0kl水槽計3槽を用い、*Chaetoceros* sp. と *Povlova lutheri* を餌料として体長0.3mmの稚ナマコ 26.5×10^4 個体を生産した。歩留りは低かった。
4. 中間育成は2種類の方法で行った。一方は水槽内に、底と側面にプランクトンネットを張った収容槽を水中に15cm没するように浮べ、それに稚ナマコを収容して *Chaetoceros* sp. を与える方法である。他方は付着珪藻を繁殖させた塩ビ製波板を入れた水槽に稚ナマコを収容して流水飼育する方法である。
5. 前者には体長約0.3mmの稚ナマコを用いて飼育を始め、45日後に体長5.6mmの稚ナマコを 17.6×10^3 個体生

産し、歩留りは16.4%であった。前年同様、飼育当初に大量へい死がみられたものの成長は早く、1収容槽当たりの生産個体数も多かった。

6. 後者には体長5.6mmの稚ナマコを用いて飼育を始めた。飼育134日後に体長6.9mmの稚ナマコ 2.9×10^3 個体を生産したが、餌不足のためか成長が悪く、歩留りも33.0%と低かった。

文 献

- 1) 池田善平・片山勝介, 1982: マナマコの種苗生産について昭和56年度岡山水試事報, 84-89
- 2) ———・———, 1983: マナマコの種苗生産と稚ナマコの飼育について, 同誌57年度, 40-43
- 3) ———・———, 1984: マナマコの種苗生産と稚ナマコの飼育方法の検討, 同誌58年度, 37-42
- 4) ———・———・杉野博之, 1985: ———・同誌59年度, 48-56
- 5) 浮 永久・菊地省吾, 1982: 外部環境要因による成熟・産卵の制御, 水産学シリーズ, 41, 64-79
- 6) 小林 信・石田雅俊, 1984: 稚ナマコの減耗要因に関する二, 三の実験, 栽培技研, 13(1), 41-48