

## マナマコの栽培漁業化技術に関する研究

誌名	山口県内海水産試験場報告
ISSN	03889300
著者	高見, 東洋 河本, 良彦 松浦, 秀喜
巻/号	17号
掲載ページ	p. 1-22
発行年月	1990年3月

# マナマコの栽培漁業化技術に関する研究

高見東洋・河本良彦・松浦秀喜

## 種 苗 生 産

### はじめに

マナマコ (*Stichopus japonicus* Selenka) は泥質域 (アオナマコ) や岩礁域 (アカナマコ) に広く分布しており、冬期にナマコ桁網、刺網、磯見等の漁業によって漁獲され漁家の重要な収入源となっている。山口県では、瀬戸内海側で約9割、日本海側で約1割の漁獲がある。

1966～1986年の農林統計によるとナマコ類の国内生産量は、年間7,000～13,000トンであり、山口県は、広島県、石川県、長崎県、北海道とともに上位の生産県である。

しかし、漁獲量は、過去最高を示した1968年の2,861トンから最近では823トン(1986)に減少した。

このような漁獲量の減少に伴い、漁業者の間から栽培漁業による資源増大が叫ばれている。

当水試は、1978年に基礎研究<sup>1)</sup>に着手し、1981年からは水産庁の指定調査研究事業として本格的な増殖技術開発研究<sup>2)3)4)</sup>に取り組んだ。

また、1984年からは、単県事業として取り組み、種苗生産・中間育成・放流にわたって基礎研究<sup>5)6)</sup>を継続してきた。

本研究は、1987年度に行った種苗生産について2、3の知見が得られたのでその結果について報告する。

## 方 法

### 1. 親 ナ マ コ

#### (1) 産 地

親ナマコは、山口県大島郡東和町地先、同郡橘町地先及び秋穂町地先で磯見等で漁獲されたものである。1987年3月25日に東和町地先産のアカナマコ、3月30日に橘町地先産のアオナマコ、4月10日及び4月30日に秋穂町地先産アオナマコをそれぞれ入手した。

#### (2) 輸 送 方 法

輸送方法は、秋穂地先産はバケツに入れて当水試まで運んだが、東和町及び橘町地先産は、70ℓのポリ容器に約20kg(海水なし)収容して自動車輸送した。輸送時間は約3時間30分を要した。

#### (3) 飼 育 方 法

輸送した親ナマコは、2m<sup>2</sup>コンクリート水槽等に産地別に収容し、4月28日までは自然水温の砂ろ過海水を流水して飼育した。これらの水槽には、最高41.3kg収容した。

自然水温が15℃に近づいた4月28日に、親ナマコのうち東和町地先産のアカナマコ、橘町地先

産の大型アオナマコ（平均体重 282.1 g），4月10日に入手した秋穂町地先産のアオナマコについては，水温13℃に設定した恒温水槽（3 m<sup>3</sup>コンクリート製）に収容した。

一方，橘町地先産の小型アオナマコ（平均体重 139.6 g）及び4月30日に入手した秋穂町地先産のアオナマコについては，5月12日の産卵誘発まで自然水温で飼育した。

## 2. 産卵誘発と採卵

産卵誘発は，1987年5月12日に行った。誘発法は，25℃の海水に直接収容する温度刺激法と干出刺激（20℃の恒温室で3時間30分海水から露出させる）を行った後，25℃の海水に収容する方法（干出刺激+温度刺激）の二通りで行った。

25℃の海水は，ブラードヒーター（500 W）で加温し，産卵誘発水槽は200 ℓの透明アクリル水槽で行った。海水は，0.5 μmのフィルターのろ過機を通した。

産卵誘発時の明るさは，産卵が確認できる程度の200～500 luxとし，直射日光はブラインドで避けた。

親ナマコの産地・大きさ・飼育水温・産卵誘発法等の違いから，表1に示す7種の試験区を設けた。

表1 親ナマコの飼育水温と産卵誘発法

親ナマコの試験区	種類	平均体重 g	個体数	産地	収容月日	飼育水温*	産卵誘発法
A	アカ	207.0	9	東和町地先	'87.3.25	13℃(恒水温)	干出+温度
A'	"	200.3	9	"	"	"	温度
B	アオ	309.0	6	秋穂町地先	'87.4.10	"	干出+温度
B'	"	288.7	7	"	"	"	温度
C	"	282.1(大)	9	橘町地先	'87.3.30	"	温度
D	"	139.6(小)	17	"	"	自然水温	温度
E	"	387.0	6	秋穂町地先	'87.4.30	"	温度

\*：A，A'，B，B'，Cは入手日から4月28日まで自然水温とし，以後5月12日まで13℃設定の恒温水槽で管理した。

D，Eは入手日から5月12日まで自然水温で管理した。

試験区Aは東和町地先産のアオナマコを干出刺激と温度刺激を合せて行ったグループ，A'は同アオナマコを温度刺激のみを行ったグループである。

試験区Bは秋穂町地先産のアオナマコ（4月10日入手）を干出刺激と温度刺激を合せて行ったグループ，B'は，同アオナマコを温度刺激のみを行ったグループである。

試験区Cは橘町地先産のアオナマコのうち，大型グループ（平均体重 282.1 g）で，Dは小型グループ（平均体重 139.6 g）である。C，D区ともに温度刺激のみで行った。

試験区Eは，4月30日入手の秋穂町地先産であり，平均体重は387.0 gと特に大型であった。こ

れは、温度刺激のみで誘発を行った。

放精又は放卵を開始した親ナマコは取り揚げて、個体別に30ℓパンライト水槽で静かに放精、放卵させた。

放精、放卵が終了してから媒精した。

洗卵は、媒精後2時間目に最初に行った。その後は、1時間ごとに2回繰り返す、計3回実施した後静置して、幼生の浮上を待った。

### 3. 幼生飼育

媒精後24時間経過したのう胚期(平均体重220 $\mu$ m)の幼生を1987年5月13日に、1 $m^2$ FRP円形水槽4基に収容した。

収容密度は、飼育海水1 $ml$ 当り1個体とし、水槽1基に100万個体収容した。

投餌は、採卵後3日目から*Nannochloropsis* sp.、*Pavroba lutheri*、及び*Chaetoceros gracilis*を少量投与し、5日目から飼育水1 $ml$ 当り*Nannochloropsis* sp.を16,000個体、*Pavroba lutheri*を2,000個体、*Chaetoceros gracilis*を2,000個体となるように投与した。

換水は、採卵後10日目に1/3量行った。

通気は、水槽中央部にガラス管(内径7.5 $mm$ )を垂直に立て、水槽底から5 $cm$ 離れたところから約100 $ml$ /分で行った。

水槽の上面は、黒色ビニール布で被った。

### 4. 着底稚ナマコの飼育

着底稚ナマコは、引き続き、前記の水槽4基で飼育した。

投餌は、幼生飼育と同様に行ったが、採卵後26日以降は、飼育水1 $ml$ 当り*Nannochloropsis* sp.を90,000個体、*Pavroba lutheri*を9,000個体、*Chaetoceros gracilis*を3,000個体になるように投与した。

浮遊幼生を着生させる付着基材は、*Doliolaria* 朝幼生が出現した採卵後12~13日目(5月24~25日)に各水槽に設置した。付着基材の形状は図1に示した。

1 $m^2$ FRP円形水槽の№1には、ポリカーボネート製波板(45 $\times$ 45 $cm$ )10枚1組としてホルダー(ホルダー1型)に収めて水槽底に3組、又、水槽底には同波板をバラで10枚敷詰めた。

№2には、マブシ(パルミナファイバー、径10 $cm$ 、長さ40 $cm$ )を5本、人工藻(キンラン)4本、№3には、ポリカーボネート製波板ホルダー1型1組(10枚)、水槽底にバラで10枚、白色の格子状樹脂板(45 $\times$ 45 $cm$ 、目合5.3 $\times$ 5.3 $mm$ 、肉厚2.2 $mm$ )1組(10枚)、同じく黒色1組(10枚)、マブシ2本、人工藻(キンラン)1本、№4はポリカーボネート製波板ホルダー1、2型をそれぞれ1組ずつ、その他マブシ2本、人工藻1本設置した。

換水は、着底がほぼ終了した採卵後14日以降からわずかに流水にした(換水率29/日)。

通気は、幼生飼育と同様である。

水槽上面に張った黒色ビニール布は、着底後除去した。



均体長1.5 mm)を、3 mlコンクリート水槽(1槽)には、№3から119日目(9/8)に取揚げた1万個体(平均体長1.8~8.2 mm)入れ、付着珪藻(*Navicula*等)、浮遊珪藻(*Chaetoceros gracilis*)等を投与し、いずれも153日目(10/12)まで飼育した。

## 5. 稚ナマコに関する2, 3の研究

### (1) 害敵生物*Tigriopus japonicus*に対するディブテレックスの駆除効果

マナモコは種苗生産中に、しばしばCopepodaの*Tigriopus japonicus*の発生によって急激な大量減耗がみられる。

現在、このCopepodaの駆除にディブテレックス乳剤が使用されている。

しかし、その効果や稚ナマコに対する影響は、水温の違いによっても差異があることが予想される。この為、次のような試験を行った。

#### 1) ディブテレックスの濃度と水温

ディブテレックスは市販されている50%液を用い、有効濃度にするには倍量使用した。

試験した濃度は、有効濃度0, 0.01, 0.1, 1, 10及び100 ppmの6段階とし、水温はマナモコの種苗生産時期が5~10月であることから、この期間の自然水温の範囲で、15, 20, 25及び30℃の4段階で行った。

#### 2) 供試稚ナマコ

採卵後、28日目(6月9日)から35日目(6月16日)の体長0.5~0.8 mmのものを試験区ごとに10個体ずつ入れ、*Tigriopus japonicus*はナマコ種苗生産中に発生したものを10個体ずつ入れた。

#### 3) 試験容器

50 mlのビーカーを用い、海水は0.5 μmのフィルターでろ過したものである。

水温設定には、恒温室でウォーターバス方式を採用した。

#### 4) 活力判定

活力の判定は、試験開始後1, 3, 6, 12, 24及び48時間ごとに下記に示す3段階で行った。

—: 動きに異常がなく、活発な行動がみられる。

±: 動きが鈍く、横転、狂奔等の異常な行動がみられる。

+: 刺激を与えても、大部分の個体が触角、脚、管足等を動かさない。

### (2) 付着基材と成長・歩留り

#### 1) 供試稚ナマコ

採卵後56日目(7月7日)の平均体長0.71 mmの大きさのもので、3種の付着基材の試験区に1,000個体ずつ収容した。

#### 2) 飼育水槽及び飼育水

水槽は、200 lアクリル水槽(60×130×30 cm, 透明)を用い、0.5 μmのフィルターでろ過した海水を、換水率14.4回/日の量で流水した。

### 3) 付着基材と餌料

水槽底の1/4の面積に、水槽別にアナアオサ、人工藻（商品名 キンラン）及びポリカーボネート製波板を設置して比較した。

餌料は、*Chaetoceros gracilis*（培養濃度1 ml当り100～120万個体）、*Pavroba lutheri*（培養濃度1 ml当り350～400万個体）、*Nannochloropsis* sp.（培養濃度1 ml当り2,700～3,000万個体）を各1 ℓあて計3 ℓを各水槽へ毎日投与した。

### 4) 試験期間

'87年7月7日から8月16日までの40日間である。

## (3) 餌料と成長・歩留り

### 1) 供試稚ナマコ

試験に用いた稚ナマコは、前記と同様で、採卵後56日目（7月7日）の平均体長0.71 mmの大きさで各1,500個体ずつ収容した。

### 2) 飼育水槽及び飼育水

前記と同様、200 ℓアクリル水槽を用い、3種の餌料区を設けた。飼育水は前記と同様である。

### 3) 餌料

餌料試験区として、パン酵母区、付着珪藻類（*Navicula* sp. *Nitzschia* sp. *Melosira* sp.）区及び浮遊藻類（*Chaetoceros gracilis*, *Pavroba lutheri*, *Nannochloropsis* sp.）区の3区を設けた。

パン酵母は市販のもので、付着珪藻類はマブシで繁殖させたあと冷凍し、投餌の際に解凍してミキサーで粉碎し、100 μmのネットでろ過したものを与えた。

投餌量については、パン酵母区は飼育水1 ml当り27,000個体、付着珪藻類区はマブシ（径10 cm、長さ40 cm）1本分を、浮遊藻類区は飼育水1 ml当り *Nannochloropsis* sp. を90,000個体、*Pavroba lutheri* を9,000個体、*Chaetoceros gracilis* を3,000個体となるように毎日1回投与した。

### 4) 付着基材

各試験区の底面積に対して付着基材としてアナアオサを1/4、人工藻を1/4ずつ設置した。

### 5) 試験期間

'87年7月7日から8月31日までの55日間である。

## (4) 育成場所と付着基材の違いによる成長・歩留り

### 1) 供試稚ナマコ

試験に用いた稚ナマコは、採卵後73日目（7月24日）の平均体長0.92 mmの大きさで、各試験区に1,000個体ずつ使用した。この種苗は1 m<sup>2</sup>FRP円形水槽No.4を取揚げたものである。

### 2) 育成場所及び育成容器

試験場所は、海中垂下育成については山口湾で、屋内育成については3 m<sup>2</sup>コンクリート水槽及び40 m<sup>2</sup>コンクリート水槽である。

海中垂下育成は、山口市秋穂二島柴崎地先の水深約4 mの場所で、水面に張ったロープから1.5

m下層へ、図2に示す育成容器を垂下した。育成容器はA型（ポリ容器）、B型（チョウチンかご）の二種を用いた。A型は、7ℓのポリ容器（上径25cm、下径20cm、高さ17cm）に5cmの厚さに海砂（粒径0.2～0.5mmが80%を占める）を入れ、その上に付着基材と稚ナマコを收容し、容器全体を0.5×0.5mm目又は8×8mm目の2種類の保護ネットを用いて、比較した。

B型は、チョウチンかご（45×45×15cm、四角錐）に付着基材と稚ナマコを0.5×0.5mm目の保護ネットに収めて收容した。

屋内育成では、3m<sup>2</sup>及び40m<sup>2</sup>のコンクリート水槽に、それぞれA型の容器を垂下し比較した。保護ネットの目合は0.5×0.5mmである。

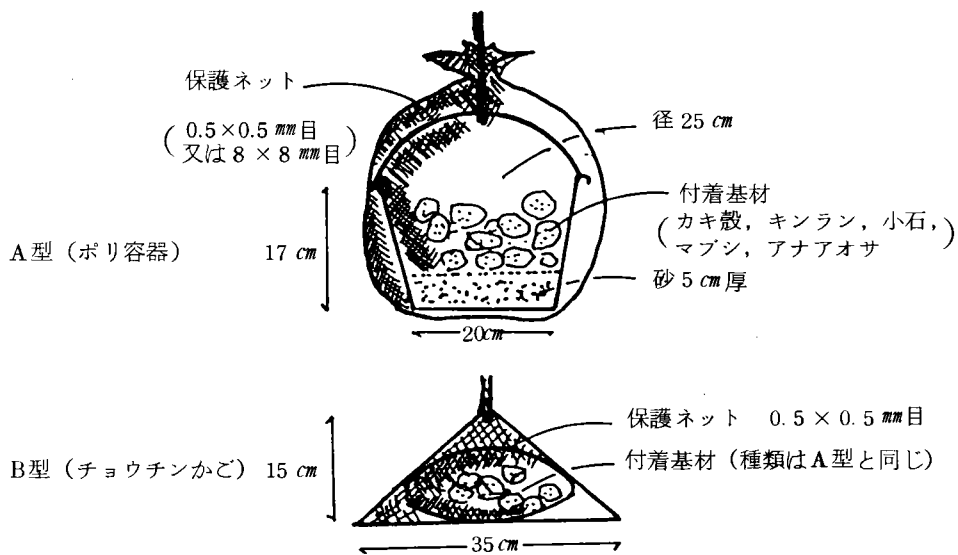


図2 マナマコ種苗の育成容器

### 3) 付着基材

付着基材は、屋外、屋内ともに、カキガラ区（20枚）、マブシ区（1本）、人工藻区（キンラン1本）、アナアオサ区（湿重量100g）及び小石区（鶏卵大10個）の5種類を比較した。

### 4) 試験期間

'87年7月24日から9月22日までの60日間である。

### (5) 体色の出現

マナマコ（アオナマコ）を体長0.3mm（着底ナマコ）の大きさから観察を始め、体色が出現する大きさについて調査した。



# 結 果

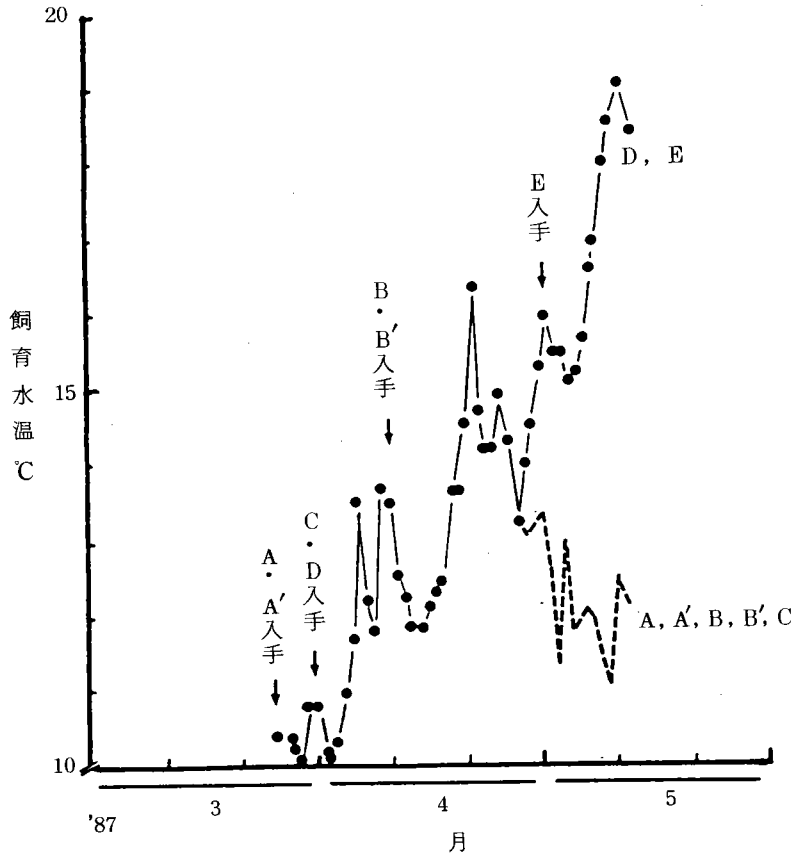
## 1. 親 ナ マ コ

### (1) 輸 送 結 果

親ナマコは、東和町地先及び橘町地先産については、海水を入れなくて70ℓのポリ容器に約20kgを3時間30分を要して自動車運んだが、へい死個体はなかった。しかし、数日後、内臓を排泄する個体が数個体みられた。

### (2) 飼 育 水 温

親ナマコは、産卵誘発を行うまで図3に示した水温で飼育した。



—●— : 試験区 D, E (自然水温)

----- : 試験区 A, A', B, B' 及び C

( 入手日 ~ 4.28 ... 自然水温  
4.28 ~ 5.12 ... 13°C 以下恒水温 )

図3 親ナマコの産卵誘発までの飼育水温

A, A', B, B'及びC区の親ナマコについては, 入手日から4月28日まで自然水温とし, 4月28日から5月12日の産卵誘発までは約13℃の水温とした。

3月の終りから4月の初めにかけては, 10~11℃で, 13℃を上回ったのは4月上旬に3日, 4月18日以降は常に上廻った。4月下旬には, 15℃を越えた日が1日見られ, 15℃に近づいた日が多くなった。4月28日から13℃になるように調節したが, 13.4~11.0の範囲で変動した。

D, E区については, 自然水温で飼育した。4月30日以降は15℃を上廻り, 最高19.0℃(5月11日)となった。

## 2. 産卵誘発と採卵

親ナマコの産地・大きさ・飼育水温・産卵誘発の違いによって7種の試験区を設けたが, それらの反応結果を表2に示した。

表2 親ナマコの飼育水温及び産卵誘発法の違いによる反応結果

試験区	種類	平均体重 (g)	飼育水温	個体数	産卵誘発法	誘発数		誘発率 (%)	産卵数 (万粒)
						♀	♂		
A	アカ	207.0	13℃(恒水温)	9	干出+温度	0	0	0	—
A'	"	200.3	"	9	温度	0	1	11.1	—
B	アオ	309.0	"	6	干出+温度	0	1	16.7	—
B'	"	288.7	"	7	温度	1	4	71.4	23
C	"	282.1(大)	"	9	温度	1	2	33.3	39
D	"	139.6(小)	自然水温	17	温度	0	2	11.8	—
E	"	387.0	"	6	温度	1	0	16.7	1,200

4月28日以降, 約13℃の恒水温で飼育したのは, アオナマコでは, B, B'及びCの3種である。一方, 自然水温で飼育したアオナマコは, D及びEであるが, これらの飼育水温の違いによる誘発率をみると, 前者は16.7~71.4%, 後者は11.8~16.7%で, 親ナマコは約13℃の恒水温で管理した方が誘発率が高かった。

親ナマコの大きさの違いによる誘発率は, 橘町地先産と比較したところ, 大型グループであるC(平均体重282.1g)は33.3%, 小型グループであるD(平均体重139.6g)は11.8%で, 大型グループの誘発率が高かった。

産卵誘発法の違いによる誘発率は, 干出刺激と温度刺激とを併用して行ったA(アカナマコ)は0%, B(アオナマコ)は16.7%であったのに対して, 温度刺激のみの場合A'(アカナマコ)は11.1%, B'(アオナマコ)は71.4%で, アカ, アオナマコともに温度刺激だけの方が高かった。

ナマコは干出させると水分が消失して萎縮し, 海水に入れても萎縮した状態からの回復が遅いことや腹腔部にガスが溜り浮上するなどの現象が認められ, 産卵誘発法として干出は不適と思われた。

温度刺激は 25℃の海水に直接収容したが、自然水温飼育の場合 18.4℃から 25℃まで 6.6℃の温度の差があった。一方、13℃の恒水温飼育の場合、12.2℃から 25℃まで 12.8℃の温度差があった。

産卵刺激を開始してから放卵、放精を始めるまでの反応時間を図 4 に示した。

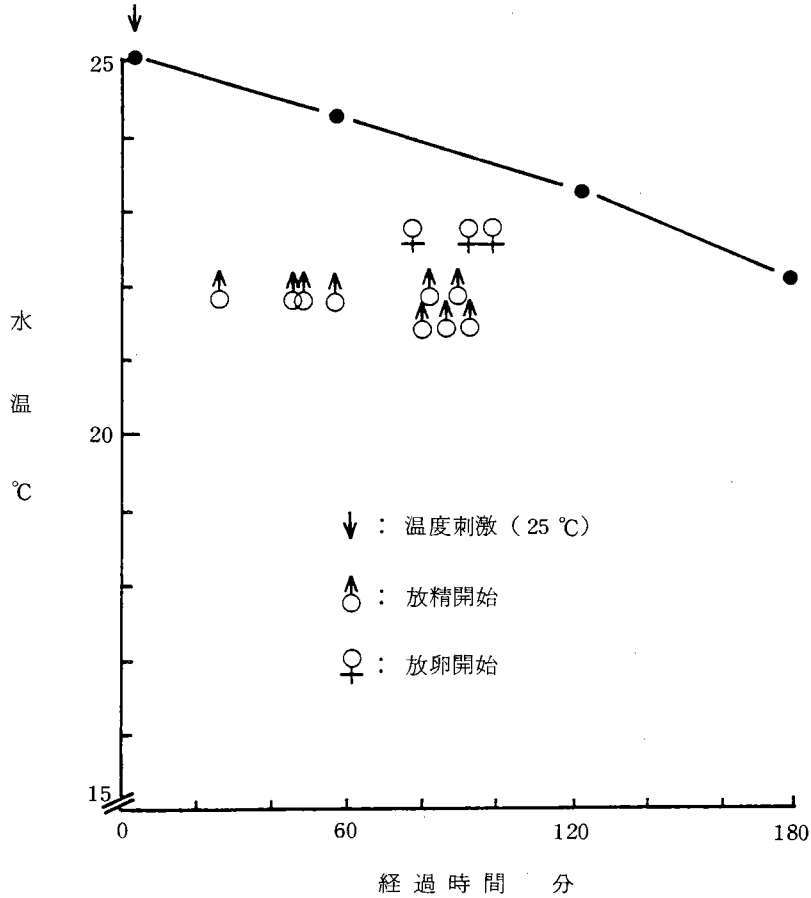


図 4 マナマコの温度刺激と反応までの時間

最初に放出を開始したのは 24 分後であるが、40～60 分後と 80～100 分後に大きな山がみられた。

産卵数は 23～1,200 万粒であったが、放卵時間は最大 1 時間 50 分であった。

### 3. 幼生飼育

卵径は 200～220 μm であり、約 1 日後にはのう胚期 (250 μm) に達した。

2 日後には、*Auriculaia* 期 (460～500 μm) に入り、6 日後には 600～800 μm、8 日後には 700～800 μm、11 日後には縮少して *Doliolaria* 期 (390～480 μm)、13 日後には一部は

*Pentactula* 期に入り，14日後には着底がみられはじめ，18日後にはすべて稚ナマコ（350～500  $\mu\text{m}$ ）となった。

着底時の大きさは330～430  $\mu\text{m}$ で，推定歩留りは21.5%（86万個体）であった。

#### 4. 着底稚ナマコの飼育

1  $\text{m}^2$  FRP円形水槽4基で種苗生産した結果を表3に示した。また，水温は図5に示した。

表3 1  $\text{m}^2$  FRP円形水槽におけるマナマコの種苗生産結果

採卵後 日数	月日	体長 $\mu\text{m}$	ステージ	水 槽 №				取場後の 飼育等			
				1	2	3	4				
1	5/13	250	のう胚期	100万個体	100万個体	100万個体	100万個体				
2	14	460～500	<i>Auricularia</i>								
6	18	600～800	"								
8	20	700～800	"								
11	23	390～480	<i>Doliolaria</i>								
12	24		"	} 付着基材 設置	} 付着基材 設置	} 付着基材 設置	} 付着基材 設置				
13	25	330～430	"								
18	30	350～500	{ <i>Pentactula</i> 稚ナマコ								
38～40	6/19～21	900～1,000	"	12.3万個体	11.2万個体	8.4万個体	11.8万個体	推定結果は表4			
70	7/21	920	"	取揚 3.4万個体	取揚 4.3万個体	取揚 1万個体	取揚 4.8万個体	付着基質試験			
85	8/5	1,470	"							2 $\text{m}^2$ コンクリート水槽	
100	8/20	800～8,100	"					200 $\ell$ アクリル水槽			
119	9/8	1,800～8,200	"					3 $\text{m}^2$ コンクリート水槽			
153	10/12		"					取揚放流 9,626個体			

（採卵後13～14日に着底ナマコみられた）

水温が28℃を越えた日は，7月30日，8月12日，8月20日，21日の4日みられた。

*Tigriopus japonicus* の駆除のため，着底以後に3回，ディブテレックス（0.3～0.5  $\text{mm}$ ）を投入したが，採卵後20日目に行った時の *Tigriopus japonicus* の駆除数は，水槽№1は  $6 \times 10^3$  個体，№2  $3.7 \times 10^5$  個体，№3  $1.2 \times 10^5$  個体，№4  $3.8 \times 10^4$  個体であった。

採卵後38～40日後に体長約1  $\text{mm}$ に成長した。この時の各水槽に収容した付着基材の一部を抜きとり，付着基材ごとの付着数を推計すると表4に示した通りとなった。

№1は12.3万個体（平均体長1.0  $\text{mm}$ ），№2は11.2万個体（0.9  $\text{mm}$ ），№3は8.4万個体（0.9  $\text{mm}$ ），№4は11.8万個体（0.9  $\text{mm}$ ）で合計43.7万個体，平均歩留り10.9%であった。

ナマコは，ポリカーボネート波板，マブシ，人工藻等いずれの基材にも付着したが，特に水槽底に敷きつめたポリカーボネート波板に付着が多かった。また，水槽壁にはいずれの水槽でも付着数が多かった。

表4 1 m<sup>2</sup> FRP円形水槽に設置した付着基材の種類とマナマコ種苗(1 mm)の推定付着数

水槽名 No.	付着基材	基材の大きさ	数 量	付着数
1	ポリカーボネート波板	45×45 cm	10枚(ホルダー1型)	13,200
	”	”	”(ホルダー1型)	10,800
	”	”	”(ホルダー1型)	6,000
	”	”	”(バラ敷)	26,280
	水槽壁			67,000
	合 計			123,280
2	マブシ(パルミナファイバー)	径10cm, 長さ40cm	5本	16,500
	人工藻(キンラン)		4本	39,000
	水槽壁			56,500
	合 計			112,000
3	ポリカーボネート波板	45×45cm	10枚(ホルダー1型)	4,000
	”	”	”(バラ敷)	10,200
	格子状樹脂板(白)	45×45cm (目合5.3×5.3 mm 肉厚2.2 mm)	10枚(ホルダー)	7,800
	格子状樹脂板(黒) (タキロンネット)	45×45cm (目合7×8 mm 肉厚2~3 mm)	10枚(ホルダー)	4,000
	マブシ(パルミナファイバー)	径10cm, 長さ40cm	2本	2,000
	人工藻(キンラン)		1本	2,400
	水槽壁			54,000
	合 計			84,400
4	ポリカーボネート波板	45×45cm	10枚(ホルダー1型)	4,700
	”	”	”(ホルダー2型)	10,200
	マブシ(パルミナファイバー)	径10cm, 長さ40cm	2本	2,000
	人工藻(キンラン)		1本	2,400
	水槽壁			99,000
	合 計			118,300
総 合 計				437,980

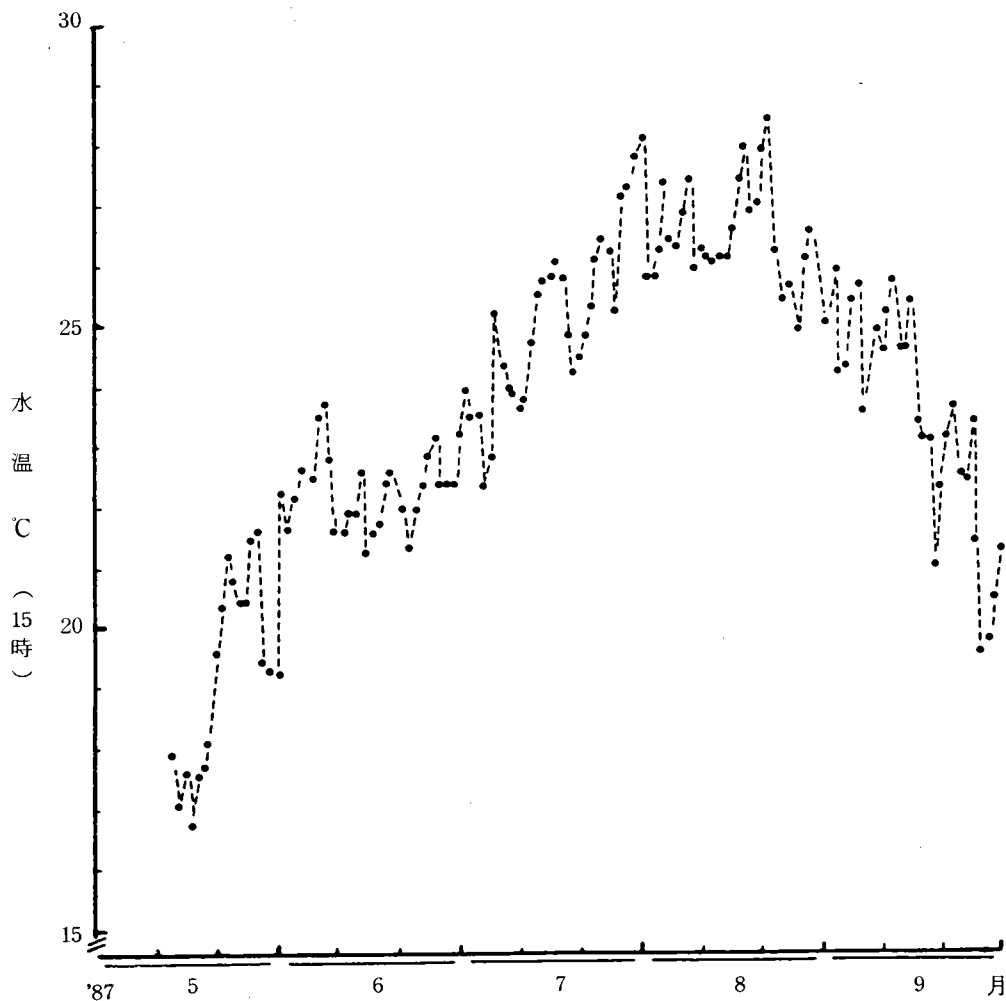


図5 マナマコの種苗生産中の飼育水温(1 $m^3$ FRP水槽)

採卵後70～119日に水槽4基から稚ナマコを全部取揚げて計数した。

水槽№1は3.4万個体(平均体長1.5 $mm$ )、№2は4.3万個体(0.8～8.1 $mm$ )、№3は1万個体(1.8～8.2 $mm$ )、№4は4.8万個体(0.9 $mm$ )で、合計13.5万個体生残した。付着基材ごとの付着実数は水槽№4についてみると表5のとおりである。

波板では、波の方向が垂直の場合(1型)と水平の場合(2型)とは、垂直方向の方が付着数が多かった。さらに水槽底に敷詰めたものは付着数が多かった。

1 $m^3$ FRP円形水槽から取揚げた稚ナマコは、2 $m^3$ 及び3 $m^3$ コンクリート水槽に入れて飼育したり、200 $\ell$ アクリル水槽で各種比較試験を行ったが、採卵後153日目(10月12日)にこれらの水槽に生残していた稚ナマコの飼育結果は、表6に示すとおりである。



200 ℓ アクリル水槽 5 槽で 4,155 個体, 2 m<sup>2</sup> コンクリート水槽 3,401 個体, 3 m<sup>2</sup> コンクリート水槽 2,240 個体で合計 9,626 個体生残した。

これらの稚ナマコの体長組成は図 6 に示したとおりである。

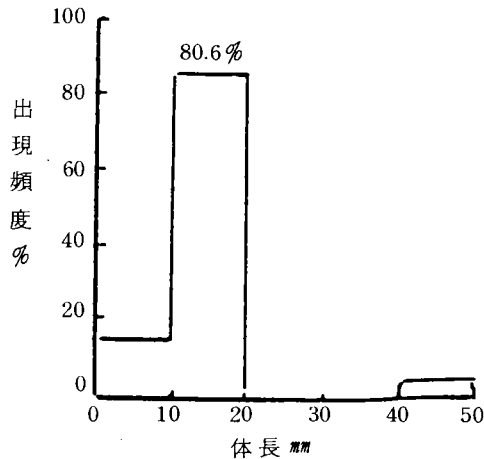


図 6 陸上水槽で種苗生産したアオナマコの体長組成

体長 1 ~ 10 mm 15.2%, 10 ~ 20 mm 80.6%, 40 ~ 50 mm 4.2% であった。

既述したように, 2 m<sup>2</sup> コンクリート水槽で 3,401 個体生存したが, 付着基材を種類別にみると, 人工藻 (4 本) には, 平均体長 10.6 mm が 1,079 個体, 2.0 ~ 5.0 mm が 614 個体, カキガラはバラ敷よりも穴をあけて糸で連結した方が約 4 倍多かった。

3 m<sup>2</sup> コンクリート水槽は 2,240 個体であり, マブシ, 人工藻は比較的良く付着していたが, カキガラ, 波板には少なかった。

波板は, 垂直に立てるよりも水槽底に敷いた方が付着個体数が多かった。

## 5. 稚ナマコに関する 2, 3 の研究

### (1) 害敵生物 *Tigriopus japonicus* に対するディブテレックスの駆除効果

稚ナマコ及び *Tigriopus japonicus* に対するディブテレックスの濃度と水温との関係を表 7 に示した。

水温 15 °C では, 0, 0.01, 0.1, 1, 10 及び 100 ppm の中では, 1 ppm 以上の濃度で *Tigriopus japonicus* に影響がみられた。また, 稚ナマコに影響がない濃度は, 1 ppm 以下であった。

20 °C では, 0.01 ppm でも *Tigriopus japonicus* に影響がみられた。効果がみられ始めたのは, 0.01 ppm では 24 時間後に, 0.1 ppm では 12 時間後に, 1 ppm では 3 時間後であった。一方, 稚ナマコに影響がみられたのは 100 ppm であった。



表7 稚ナマコ及びその害敵生物の *Tigriopus japonicus* に対するディプロレックスの濃度別、水温別の影響

(1987)

水温	ディプロレックスの濃度		0		0.01		0.1		1		10		100						
	1	3	6	12	24	48	1	3	6	12	24	48	1	3	6	12	24	48	
15℃ (15.2~ 16.3℃)	<i>T. japonicus</i> 稚ナマコ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20℃ (20.2~ 21.7℃)	<i>T. japonicus</i> 稚ナマコ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25℃ (24.5~ 26.1℃)	<i>T. japonicus</i> 稚ナマコ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30℃ (29.3~ 30.5℃)	<i>T. japonicus</i> 稚ナマコ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : 動きに異常がなく、活発な行動がみられる
  - ± : 動きが鈍く、横転、狂奔等の行動がみられる
  - +
- +: 刺激しても大部分の個体が触角・脚・管足を動かさない

25℃では20℃とほとんど同様な結果であったが、稚ナマコへの影響は10 ppmで48時間後にみられた。

30℃では、*Tigriopus japonicus* に対しては1 ppm以上で影響したが、稚ナマコに対しては0 ppmの対照区でも48時間後に影響がみられた。

稚ナマコに対しては、高水温による影響と考えられた。

以上の結果から、稚ナマコに影響のない水温15～25℃の範囲で使用するときは、ディブテックスの濃度は1 ppmで有効であった。

(2) 付着基材と成長・歩留り

付着基材（アナアオサ，人工藻，ポリカーボネート波板）別に40日間飼育した結果を，体長3～7 mmと2～3 mmに分けて表8に示した。

表8 稚ナマコの付着基材の種類と成長・歩留り

成長・歩留り	付着基質		
	アナアオサ	人工藻 (キンラン)	波板
体長3～7 mm	211 個体	48 個体	261 個体
"  2～3 mm	276	325	0
計	487	373	261
歩留り %	48.7	37.3	26.1

アナアオサの場合，体長3～7 mm 211 個体，2～3 mm 276 個体，計 487 個体で，歩留り 48.7 %であった。

人工藻では，体長3～7 mm 48 個体，2～3 mm 325 個体 計 373 個体で，歩留り 37.3 %であった。

波板では，全て体長3～7 mmで261 個体が生残し，歩留り 26.1 %であった。

以上3種の中では，アナアオサが付着基材として優れていた。

(3) 餌料と成長・歩留り

パン酵母，付着珪藻，浮遊藻類の3種類の餌料で7月7日から8月31日までの55日間飼育した結果，表9に示す結果となった。

表9 稚ナマコの餌料と成長・歩留り

成長・歩留り	餌料		
	パン酵母区	付着珪藻区	浮遊藻類区
体長5～10 mm	32 個体	159 個体	141 個体
"  2～4 mm	81	237	298
"  1～2 mm	12	454	0
計	125	850	439
歩留り %	8.3	(56.7)	29.3

3種の餌料の中では、付着珪藻区の歩留りが56.7%と最も良かった。次いで、浮遊藻類区が29.3%、最も低いのはパン酵母区で8.3%であった。

成長は、歩留りの高かった付着珪藻区が優れ、体長5~10mmのナマコが159個体、2~4mm 237個体、1~2mm 454個体であった。浮遊藻類区は、5~10mm 141個体、2~4mm 298個体、1~2mmは0個体であった。パン酵母区は、5~10mmはわずか32個体、2~4mm 81個体、1~2mm 12個体で最も劣っていた。

(4) 育成場所と付着基材の違いによる成長・歩留り

育成場所、付着基材、保護ネット等の違いによる成長・歩留りは表10に示すとおりである。

表10 稚ナマコの育成場所別、付着基材別等の成長・生残数

育成場所	保護ネット の目合 mm	付 着 基 材					計
		カキガラ区	マブシ区	人工藻区 (キンラン)	アナアオサ区	小石区	
3m <sup>3</sup> コンクリート 水 槽	0.5×0.5 (ポリ容器)*	8個体 (8.8 mm)**	47個体 (7.6 mm)	15個体 (5.5 mm)	9個体 (6.6 mm)	17個体 (8.5 mm)	96個体
40m <sup>3</sup> コンクリート 水 槽	0.5×0.5 (ポリ容器)	63 (6.5 mm)	91 (8.7 mm)	0 —	0 —	63 (6.6 mm)	217
山 口 湾 (柴崎地先)	0.5×0.5 (ポリ容器)	目詰まりのためへい死					—
"	8×8 (ポリ容器)	3 (29.0 mm)	72 (21.2 mm)	0 —	0 —	25 (20.6 mm)	100
"	0.5×0.5 (チョウチンかご)***	0 —	10 (14.3 mm)	0 —	4 (14.0 mm)	3 (12.1 mm)	17
計		74	220	15	13	108	430

\* ポリ容器は7ℓ容ポリバケツ(上径25cm, 下径20cm, 高さ17cm)使用(A型)

\*\* 平均体長

\*\*\* チョウチンかごは35×35×15cm四角錐で、各付着基質を0.5×0.5mm目のネット袋に入れたもの(B型)



## 考 察

マナモコの産卵誘発は、これまで水槽を黒色ビニールフィルムで覆って暗黒状態で行っていた<sup>1)~5)</sup>。これは、ナマコの産卵が夜間に行われることを配慮したものと考えられるが、暗黒下では産卵中の詳細な観察ができなかった。この度、観察できる程度の明るさで行ったが、産卵に支障はなかった。

干出刺激は、貝類では産卵誘発法として、一般的に使用されているが、ナマコでは水分を失って萎縮し、腹腔部にガスを含んで浮上する現象がみられ誘発率も低いことからナマコの産卵誘発法としては適さないようである。

ナマコの産卵は、水温が13~16℃に始まる<sup>7)</sup>と報告されており、5月に入れば自然放卵してしまうことが考えられる。

自然放卵を抑制する為に、親ナマコを水温13℃に設定して飼育したが、飼育中に自然放卵することもなく、本試験によって誘発率が高まると推察された。

温度刺激は、これまで飼育水温よりも5℃高める方法<sup>2) 4) 5) 6)</sup>で行われてはいたが、13℃に近い温度差でも特に産卵に影響はなかった。

浮遊幼生の飼育は、*Auricularia* 期については比較的問題がなかった。しかし、採卵後、約2週間後に着底が始まると、着底直後に大きな減耗がみられた。この減耗を防止して効率よく着底稚ナマコを飼育することが今後の課題である。また、着底稚ナマコの歩留りを向上させる方法の一つに、優れた付着基材を検討することが重要である。

ポリカーボネート製波板、マブシ、人工藻を付着基材として用いて種苗生産したが、着生量に大きな差異はなかった。アナアオサ、人工藻、ポリカーボネート波板の比較試験では、アナアオサの歩留りが高かった。しかし、長期間の飼育ではアナアオサが枯死消失する為、補充が必要であった。

今回、試みた付着基材では、波板を水槽底に敷き詰める方法は付着率がよく、採苗法としてはかなり有効と思われる。

稚ナマコの減耗要因の一つに、Copepodaの一種*Tigriopus japonicus*の食害がある。これを駆除するためにディブテレックス乳剤を使用していたが、水温によるディブテレックス乳剤の有効濃度については十分に検討されていなかった。

15~30℃の範囲の水温条件では、30℃は0ppmでもナマコに影響を与えたことから、水温15~25℃の範囲で処置する必要があると思われる。この水温15~25℃の範囲で効果がみられるのは1ppmであった。この濃度は、ナマコに影響しないことから*Tigriopus japonicus*の駆除濃度とすることができ、駆除効果は1~3時間後にみられた。

稚ナマコの餌料は、付着珪藻類が優れていた。パン酵母は、成長・歩留りとも劣った。

稚ナマコを飼育する為に5種の付着基材(マブシ、小石、カキガラ、人工藻、アナアオサ)を用いて、屋内水槽と海面でポリ容器、チョウチンかごに収容して比較した。

浜田他<sup>5)</sup>は、体長5~10mmのナマコを真珠養殖用丸籠や円筒籠に、カキガラ・小石・波板を入れて海中に垂下したところ、50.4~81.5%、また、2.5mmのナマコを40ℓ水槽に、52×35×27cmの籠に、カキ殻や塩ビ桶を入れて垂下育成した結果、53.9~79.1%<sup>6)</sup>の高歩留りを得ている。

今回使用した5種の付着基材の中では、いずれもマブシ区の歩留りが良かったが、最高歩留りで9.1%と低い結果となった。歩留りが低かった原因は、体長0.9mmの小型種苗を用いたことから種苗

の大きさによるものではないかと考えられた。

## 摘 要

1. 親ナマコは、無海水（70 ℓのポリ容器に約 20 kg 収容）で、約 3 時間 30 分を要して自動車輸送したが、その影響はあまりみられなかった。
2. 採卵するまで 14 日間、親ナマコの飼育水温を 13 °C（11～13.4 °C の範囲）に保ったが、飼育中自然放卵もなく、温度刺激による誘発では高めることができた。
3. 産卵誘発法は、温度刺激（最高水温差 12.8 °C）は有効ではあったが、干出刺激は水分を失って萎縮し回復が遅れた。また、ガスを腹腔部に含み上浮する現象がみられた。
4. 放精・放卵の反応がみられたのは、温度刺激開始後、24 分後が最高であったが、40～60 分の間と 80～100 分の間で反応する個体が多かった。
5. 1 個体の産卵数は 23～1,200 万粒で、最多産卵個体は体重 417 g であった。放卵時間は最高 1 時間 50 分続いた。
6. 産卵誘発率は、小型のナマコよりも大型ナマコの方が高かった。
7. 受精卵の卵径は 200～220  $\mu\text{m}$ 、1 日後にのう胚期（250  $\mu\text{m}$ ）、2 日後 *Auricularia*（460～500  $\mu\text{m}$ ）期に入り、6 日後 600～800  $\mu\text{m}$ 、8 日後 700～800  $\mu\text{m}$ 、11 日後 *Doliolaria* 期（390～480  $\mu\text{m}$ ）、13 日後 *Pentactula* 期、14 日後 着底稚ナマコ（330～430  $\mu\text{m}$ ）となった。
8. 1 m<sup>2</sup> FRP 円形水槽 4 基に各々 100 万個ののう胚期幼生を収容して種苗生産した。  
着底時の生残数は計 86 万個体（21.5 %）、体長 1 mm サイズの生残数は計 43.7 万個体（10.9 %）であった。採卵してから 70～119 日に 4 槽を全部取揚げたところ、13.5 万個体（0.9～8.2 mm）であった。取揚げた種苗をコンクリート水槽やアクリル水槽で飼育したり、2・3 の試験用に用いた。採卵後、153 日目（10 月 12 日）に全部取揚げて計数したところ、その生残数は 9,626 個体であった。これは、放流試験用に供した。
9. 稚ナマコの害敵生物 *Tigriopus japonicus* の駆除には、水温 15～25 °C ではディブテックス乳剤 1 ppm が有効であった。
10. 付着基材として、アナアオサ・人工藻・ポリカーボネート波板を比較したところ、アナアオサの歩留りが高かった。
11. 稚ナマコの餌料として、パン酵母、付着珪藻、浮遊藻類を比較したところ、付着珪藻が最も成長、生残率が高かった。
12. 体長 0.9 mm で海中等で 60 日間垂下飼育を行ったが、最高でも 9.1 % の歩留りであった。

## 文 献

- 1) 山本 翠・渡辺憲一郎：1981．ナマコ幼生の初期飼育について，山口県内海水試報告．， 8号， 51～62．
- 2) 岩本哲二・中村達夫・八柳健郎・高見東洋：1982．昭和56年度指定調査研究総合助成事業報告書，マナマコの増殖技術開発に関する研究，山口県内海水産試験場，1～17．
- 3) 山口県内海水産試験場：1983．昭和57年度指定調査研究総合助成事業報告書，マナマコの増殖技術開発に関する研究，山口県内海水産試験場，1～14．
- 4) 岩本哲二・中村達夫・八柳健郎・高見東洋：1984．昭和58年度指定調査研究総合助成事業報告書，マナマコの増殖技術開発に関する研究（昭和56～58年度総括），山口県内海水産試験場 1～24．
- 5) 浜田文夫・河本良彦・岩本哲二：1986．マナマコの栽培漁業化技術に関する研究，山口県内海水産試験場報告，14号，19～30．
- 6) 浜田文夫・河本良彦：1987．マナマコの栽培漁業化技術に関する研究，山口県内海水産試験場報告，15号，14～25．
- 7) 崔 相：1963．なまこの研究，海文堂．226 P．