

# ナマコ幼生の初期飼育について

誌名	山口県内海水産試験場報告
ISSN	03889300
著者名	山本,翠 渡辺,憲一郎
発行元	山口県内海水産試験場
巻/号	8号
掲載ページ	p. 51-62
発行年月	1981年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# ナマコ幼生の初期飼育について

山本 翠 ・ 渡辺 憲一郎<sup>※</sup>

マナマコ *Stichopus japonicus* SELENKA は、生鮮食品および加工食品として産業的に重要な生物であり、山口県の冬期における漁業生産に主要な地位を占めている。ナマコの増殖に関しては、従来から投石、放養などが行われてきたが、十分な成果をあげるに至っておらず、ここ数年は生産額も減少傾向がみられている。また、ナマコの種苗生産についての研究は少く、わずかに稲葉<sup>1)2)</sup>、今井ら<sup>3)</sup>の報告があるのみで、幼生期の生理、生態についてはほとんど知られていなかった。しかし石田<sup>7)</sup>は、最近温度刺激法により産卵させたナマコの受精卵を飼育し、約8.5万個の稚ナマコを得るのに成功している。著者らはこれらの報告を参考にして、マナマコ（アオナマコ）人工種苗の量産化を目的とした幼生期の飼育に関する基礎実験を行い、若干の知見を得たので報告する。なお報告に先だちナマコの産卵および初期飼育について有意義な御助言を戴いた福岡県豊前水産試験場専門研究員石田雅俊氏（現福岡県栽培漁業センター）に厚くお礼申し上げる。

## 1 温度刺激によるナマコの産卵誘発試験

### 実験方法

1978年6月9日、コンクリート水槽（水温20.8°C）で流水飼育していた親ナマコ8個体を200ℓ硬質ビニール水槽（水温24.2°C）に収容した。止水状態にして水槽の中央部でやや強く通気を行い、水槽全体は、黒ビニール幕で覆った。図1に示すように、高さ約50cmの台の上に、この水槽を並べて、それぞれにプラボードヒーター3枚を投入し、水温30°Cまで加温した。温度刺激開始時より、この加温海水をビニール管を通じてサイフォンによりナマコ収容水槽に少量ずつ加えた。水温は10分おきに測定し、同時にピペットで採水し、検鏡により卵または精子の有無を確かめた。なお、親ナマコは3月末秋穂地先で漁獲され、試験場のコンクリート水槽において無投餌で飼育していたものを用いた（平均体長20cm，平均体重460g）。

### 実験結果および考察

加温の結果、ナマコ収容水槽の水温は図2に示すように上昇し、1時間40分後水温26°Cに至った時、放精しはじめ、ひき続いて放卵がみられた。水槽を黒幕で覆っていたため放精放卵を行った個体の識別はできなかったが、産卵総数約11.3万個であったことから、雌雄各1個と推定された。

今後、ナマコの産卵状況が観察できる程度の“明るさ”でも放卵可能であるかどうかを検討したい。これによって放精、放卵を開始した個体を直ちに別の水槽に雌雄別に収容できるならば、清浄

※ 現在 柳井水産事務所

な卵および精子の懸濁液が得られ、受精が確かかつ簡便に行えるものと思われる。

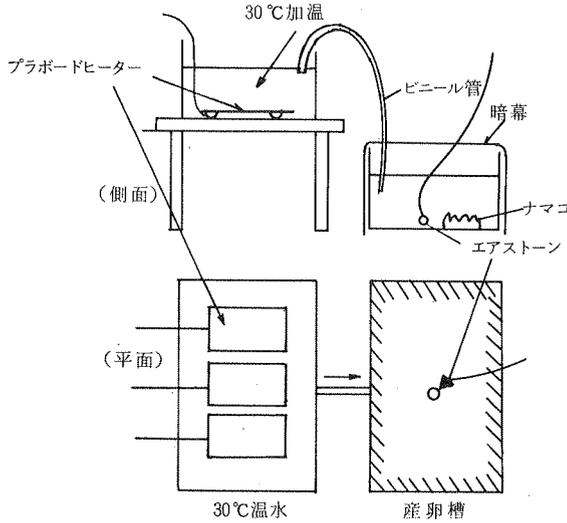


図1 ナマコの温度刺激による産卵誘発装置

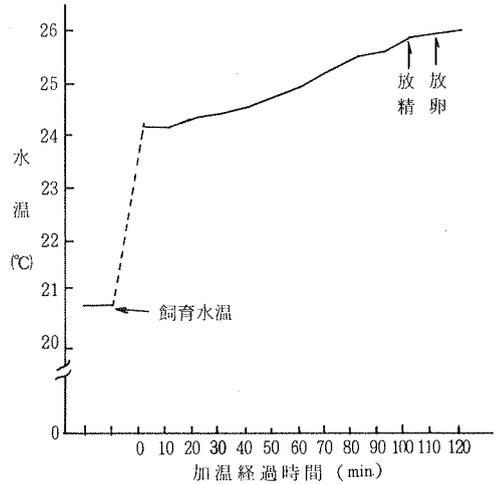


図2 ナマコ産卵誘発試験

## 2 幼生の成長

### 実験方法

産卵1時間後、**A**産卵水槽から受精卵懸濁液5ℓをそのまま30ℓパンライト水槽に移し、濾過海水により30ℓに希釈した。また、**B****C**(パンライト水槽)には、96μメッシュのネットで洗卵後、濾過海水を加えて收容した。

收容密度は、各水槽から5mlずつとり卵数を計数し、**A**0.3個体/ml、**B**0.6個体/ml、**C**1.2個体/mlとした。飼育は室温20°C、湿度70%に調整された室内において行い、水温22~23°C、照度540~700lux、通気量840~960ml/minとした。PHは8.1~8.3であった。投餌は受精後3日目からモノクリスを飼育水中20,000cells/mlとなるように与えた。換水は**A**については10日目に著しい濁りが見られたため全換水を行ったが、**B****C**については一度も行わなかった。

毎日各水槽から約10個体をピペットにより採取し、顕微鏡観察および写真撮影と体長測定を行った。

### 実験結果

ナマコの受精卵は、直径約150μの、ほぼ球に近い形を呈し(図版1)、1時間以内に第1、第2極体の放出を完了し、2時間後には直径約200μとなり1、2、4、8、16と漸次卵割が進むのが観察された(図版2、3)。受精卵は2時間後には大部分が沈降したが、少数の浮遊している卵についても正常な卵割が見られた。3時間後には32、64分割となり(図版4)、6時間後には直径

216  $\mu$  になった(図版 5), 15 時間後には胞胚期 (Blastula) にはいり, 直径 246  $\mu$  となり, 間もなく回転運動を開始(図版 6), 18 時間後のう胚期 (Gastrula) となり, その大きさは 256 $\times$ 248 $\mu$  であった(図版 7)。以後しだいに消化器系が発達し, 42 時間後にはアウリクラリア (Auricularia, 体長 444  $\mu$ , 体幅 284  $\mu$ ) となった。2 回目までの成長状態を検鏡した結果, 奇形または成長の極めて悪いものは 54 個体中 16 個体で約 30% であった。3 日目よりモノクリシスを餌料として投与を開始した結果, 図 3 に示すとおり成長し, 6 回目には体長 800  $\mu$  に達した(図版 8)。

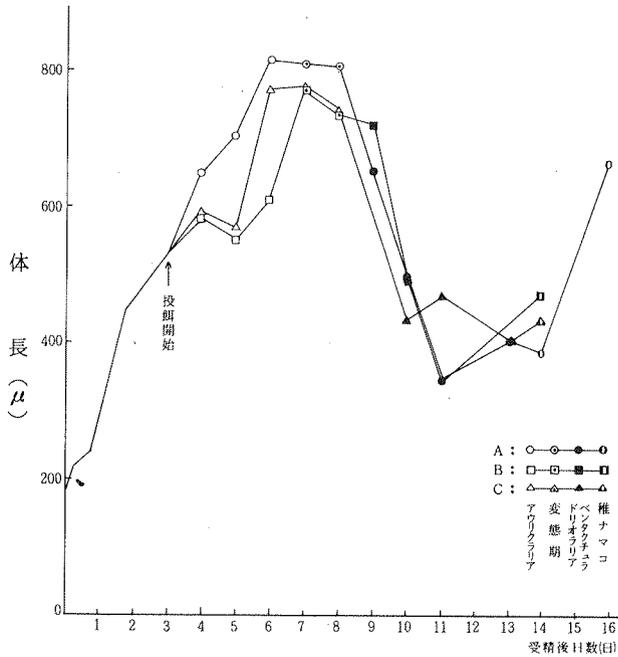


図 3 ナマコ幼生の成長

成長に伴い外形は湾曲が複雑化し, 突起数が増加した。内部構造では, 3 日目に後側突起左下端にはほぼ 20  $\mu$  の幼虫骨片が形成された。7 日目より突起の先端に 5 対の球状体が現われた(図版 9)。これとほぼ同時期に食道の左側に水腔が形成され, 成長して 5 個に分枝した触手水管と放射水管の原基ができた(図版 10)。9 日目には, すでにドリオラリア (Doliolaria) 期への変態途上のものが見られ, 形態は急激に縮少して, 平均体長 654  $\mu$  となった(図版 11)。その後も縮少し続け 10 日目で 502  $\mu$ , 11 日目には 349  $\mu$  で変態は完了し, 体表に 5 本の繊毛環を形成した(図版 12)。この時期のものは水中を游泳するのが肉眼では見出しにくく, 生残量の把握が困難となった。13 日目に水槽の底部よりピペットで採取したサンプル中にペンタクチュラ (Pentactula) 期に変態したものが見出された。これは体長 300~400  $\mu$  でドリオラリア期の繊毛環がしだいに消失し, 同時に 5 本の触手が形成され底棲生活へと移行した(図版 13)。14 日目には体長 400~500  $\mu$  で肉眼では白色不透明体に見えるが検鏡によると, 5 本の触手と後部に 1 本の管足が見られ, これらを使って水底に付着していた(図版 14)。

しかし、その後水槽の底に沈澱した残餌料や幼生の排泄物および原生動物、コペポータ等の発生により沈着したナマコの生息環境が悪化したため、大部分が斃死し、7月13日（産卵後34日目）に水槽底に付着した稚ナマコを絵筆でゆるやかにすり取り、ピペットで取って計数した結果、**Ⓐ**7個体、**Ⓑ**8個体、**Ⓒ**291個体（平均体長518 $\mu$ ）しか得られなかった。

これまでの成長を水槽別に見ると、アウリクラリア期においては、飼育密度の最も少ない**Ⓐ**が最も良好で6日目には800 $\mu$ に達し、ドリオラリア期への変態が始まった。これに対し**Ⓑ**、**Ⓒ**では、成長の良好なものは**Ⓐ**同様6日目から変態しはじめたが、奇形あるいは成長不良のものが多く、平均体長は**Ⓐ**を下まわった。しかし、初期の歩留りは、産卵後5日目、10日目に調べたところ、**Ⓑ**では両日共100%であったのに対し、**Ⓐ**は43.3%、22.3%と著しい減耗が見られた。

## 考 察

以上の結果から、産卵誘発によって得たナマコの受精卵は、30 $\ell$ パンライト水槽においてモノクリシスを餌料として順調に成長し、約1週間でアウリクラリア期からドリオラリア期へ変態、次いで3~4日後ペンタクチュラ期に移行し、受精後約2週間で稚ナマコの初期段階に達することがわかった。

今後、ナマコ種苗を量産化するにあたって、飼育上の問題点は次のとおりである。

受精卵の取扱いについては、洗卵せずに水槽に収容した**Ⓐ**の歩留りが非常に悪く、また、洗卵した**Ⓑ**および**Ⓒ**では、奇形幼生が多く見られたことから、洗卵は必要であるが、卵の取扱い時におけるネットとのすれや水圧等による物理的損傷が奇形や成長不良の一因になると考えられるため、洗卵の時期を明らかにする必要がある。次に、沈着後の飼育方法についてみると、今回の実験ではナマコ幼生の沈着時期が予測できなかったため、幼生はすべて水槽底に沈着したが、このことは、飼育上の把握を困難にただけでなく、生育環境悪化（残餌料、ナマコの排泄物等による）から大量斃死の主因となったといえよう。

今後の対策としては、アカガイ、ウニ等の種苗生産で使用されているようなコレクター（カキ殻、塩ビ波板等）を垂下あるいは水槽底に敷くことによって、採苗を行う方法が考えられる。さらに、沈着後の餌料として、あらかじめコレクター表面に付着珪藻を繁殖させておくことも考えられる。コレクターの材質、垂下密度、垂下方法、垂下時期等によるナマコ稚仔の付着効果の良否を今後検討する必要がある。また、換水については、今回の実験では原則として行わなかったが、アウリクラリア期においては、特に水質が悪化しない限り換水の必要はないように思われる。水質の悪化を防ぐためには、餌料プランクトンの過剰投与を避けることが重要で、飼育水中での餌料プランクトンの増殖が旺盛な時には、照度を下げる等の調整が必要である。

今回の場合、適度の照度（700lux）を与えた水槽では、ナマコによる捕食量と餌料プランクトンの増殖量の間バランスが保たれ良好な状態が続いた。しかし、こうした状態を人為的に再現するのは困難で持続性にも乏しいため、今後も換水と幼生の成長および歩留りの関係について検討していきたい。

### 3 ナマコ幼生の餌料試験

#### 3-1 飼育密度と餌料濃度

##### 実験方法

産卵誘発により得たナマコ幼生を、6月12日（受精後3日目）に表1に示すとおり飼育密度および餌料濃度を設定し、1ℓまたは500mlビーカーで飼育した。飼育中の照度は3,200~5,000lux（連続照明）、通気量は260ml/minで室温20℃、湿度70%とし、飼育水の蒸発を避けるためビーカーの口をビニールで覆い、1カ所に穴をあけ通気管を通した。なお、実験途中において、投餌、換水は行わなかった。6月16日（産卵後7日目）および26日（産卵後17日目）に飼育水を充分攪拌し、1ビーカーにつきピペットで5mlずつ時計皿に3回とり、幼生の個体数を計数してその平均値から歩留り(%)を求め、また10個体以上の体長を測定し、その平均値から成長を追跡した。

表1 飼育密度と餌料濃度の関係

容器	試験区		1	2	3	4	5
1ℓ ビーカー	A	幼生 個/ml	0.5	1	3	5	7
		モノクリシス × 10 <sup>4</sup> cells/ml	2	2	2	2	2
	B	幼生 個/ml	0.5	1	3	5	7
		モノクリシス × 10 <sup>4</sup> cells/ml	2	4	12	20	28
500ml ビーカー	幼生 個/ml		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	モノクリシス × 10 <sup>4</sup> cells/ml		2	4	6	8	10

##### 実験結果

ナマコの餌料試験の結果、飼育密度と餌料濃度について、まず餌料濃度が一定の場合、図4に示すように飼育密度が0.5~5個体/mlにおいては、アウリクラリア期の成長は産卵後7日目ですべて600μ以上となりあまり差がなかったが、7個体/mlでは468.4μと著しい成長の遅れがみられた。歩留りについては、アウリクラリア期までは高密度の場合も成長の遅れにもかかわらず減耗は少なかったが、産卵後17日目にペンタクチュラまたは稚ナマコの形態で得られた数は、0.5個体/ml 1個体/mlでは各々40%、47%と高い値を示したのに対し、3個体/ml以上の密度では、極めて少なく9%（3個体/ml）、12%（5個体/ml）、3.9%（7個体/ml）であった。特に、7個体/mlでは17日目においてもアウリクラリア初期の状態で成長が止まり、餓死寸前と思われる個体が多くみられた。次に、餌料濃度を飼育密度に比例して高めた場合は図4に示すように、アウリクラリア期の成長は飼育密度を高めるに伴って低下し、3、5、7個体/mlではいずれも体長が600μ以下であった。17日目にペンタクチュラまたは稚ナマコとしてとりあげられた歩留りは、0.5個体/mlでは80%と非常に高かったが、3、5、7個体/ml

ではそれぞれ 13.3%, 0% となり餌料濃度を飼育密度に比例して増加させたにもかかわらず、その効果はみられなかった。

また、餌料の適正濃度を調べるために、幼生の飼育密度を一定 (0.5 個体/ml) とし、モノクリシスの餌料濃度を 20,000~100,000 cells/ml で飼育した結果、図 5 に示すように 20,000 cells/ml ではアウリクラリア期の成長は良好であったが、17日目の歩留りは 26% と著しい減耗がみられた。これに対し、60,000 cells/ml では、アウリクラリア期の成長は前者に劣るが 17日目の歩留りは 94% と非常に高かった。40,000 又は 100,000 cells/ml では成長、歩留り共に好結果は得られなかった。実験中の飼育水の PH は各区とも 8.16~8.18 であった。

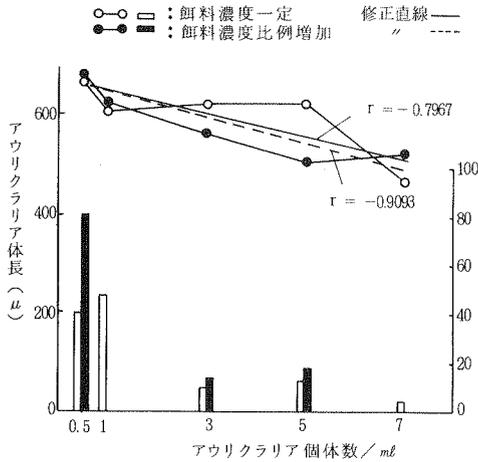


図 4 飼育密度と餌料濃度の関係

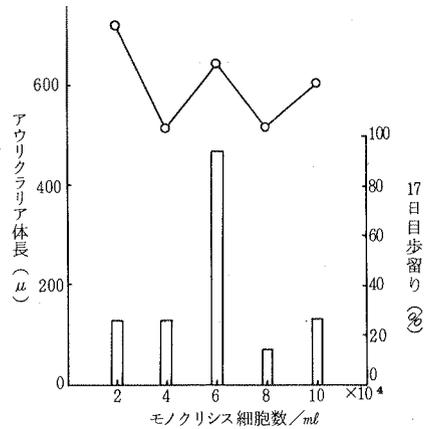


図 5 モノクリシスの適正濃度

### 3-2 餌料の種類

#### 1) モノクリシス (*Monochrysis lutheri*) とクロレラ (*Chlorella sp.*) の混合比

##### 実験方法

500 ml 枝付きフラスコ 5 個にナマコ幼生 (3-1 で供試したものと同一) を 1 個体/ml となるよう收容し、餌料としてモノクリシス、クロレラを表 2 に示す比率で混合して与えた。ただし、細胞数はモノクリシス 1 細胞につきクロレラ 5 細胞として換算し、総数 40,000 モノクリシス cells/ml とした。

表 2 モノクリシスとクロレラの混合比

No	1	2	3	4	5
幼 生	1	1	1	1	1
モノクリシス $\times 10^4$ cells/ml	4	2.8	2	1.2	-
クロレラ $\times 10^4$ cells/ml	-	1.2	2	2.8	4

幼生数 500 個体  $\times$  5 区 = 2500 個体, 500 ml 枝付フラスコ

飼育条件および幼生の成長、歩留りの求め方は3-1と同様である。

### 実験結果

ナマコ幼生の餌料としてモノクリシスとクロレラの混合比を変えて投与した結果、図6に示すように、アウリクラリア期の成長はクロレラを単一で投与した場合を除いてあまり差はなく比較的良好であった。また、17日目の歩留りは、モノクリシス(M)、クロレラ(Chl)等比で投与した場合が53%で最も高く、M:Chl = 7:3およびモノクリシス単一で投与した場合は40%でこれに次いだ。M:Chl = 3:7およびクロレラ単一投与では、それぞれ20%、0%となり減耗が著しかった。

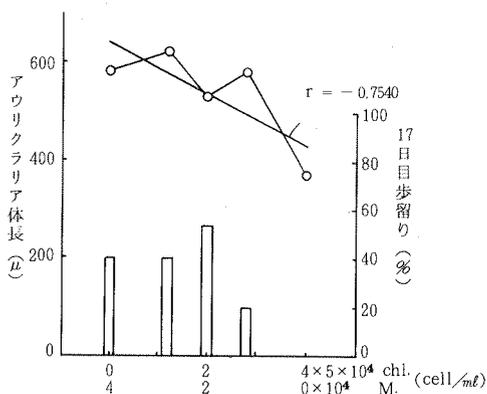


図6 モノクリシスとクロレラの混合

### 1) 餌料プランクトンの種類

#### 実験方法

1ℓ 枝付きフラスコにナマコ幼生(3-1で供試したものと同一)を1個体/mlとなるよう収容し、表3に示すように4種のプランクトンを餌料として、モノクリシス区、クロレラ区、キートセラス(Chaetoceros gracilis)区、ダナリエラ(Dunaliera)区、4種混合区、無投餌区の6区を設け、3-1と同様の飼育条件、測定方法により成長、歩留りを求めた。

表3 餌料の種類

	モノクリシス	クロレラ	キートセラス	ダナリエラ	4種混合	餌なし
幼生個体数/ml	1	1	1	1	1	1
モノクリシス × 10 <sup>4</sup> cells / ml	4	-	-	-	1	-
クロレラ × 10 <sup>4</sup> cells / ml	-	20	-	-	1	-
キートセラス × 10 <sup>4</sup> cells / ml	-	-	4	-	1	-
ダナリエラ × 10 <sup>4</sup> cells / ml	-	-	-	4	1	-

## 実験結果

餌料の種類別にナマコ幼生の成長，歩留りを求めた結果，図7に示すようにアウリクラリア期の成長は4種混合で最もよく，産卵後7日目で666.3 $\mu$ に達した。次いでクロレラ区の成長がよく，モノクリシス，ダナリエラ両区はほぼ等しい結果となった。キートセラス区は400 $\mu$ にも達せず成長不良であった。一方，17日目に稚ナマコまたはペンタクチュラとしてとりあげられた歩留りは，モノクリシス区で53%と最もよく，4種混合区は40%でこれに次いだ。アウリクラリア期の成長がよかったクロレラ区は歩留り20%で低かった。なお，無投餌区には，飼育海水中に珪藻類が混入していたため正確な結果は得られなかった。

## 考察

ナマコ幼生の飼育密度と餌料濃度の関係については，餌料濃度を飼育密度に関係なく20,000 cells/mlとした場合および飼育密度に比例して増加させた場合の両者共に，アウリクラリア期の生長および17日目の歩留りは，飼育密度を増加させるに伴って低下する傾向がある。前者の場合飼育密度3個体/ml以上では，17日目の残餌量がほとんど0であったことから，餌不足が斃死の一因と考えられる。一方，後者の場合これと逆に残餌料が極めて多く飼育水が緑色に着色していたことから，餌料プランクトンによる水質環境の変化が斃死の一因と考えられる。また，飼育密度3個体/ml以上の場合，密度効果により成育が抑制されるのではないかと考えられる。

飼育密度を0.5個/mlと一定にし，適正餌料濃度を調べた実験では，17日目の残餌料がどの試験区においても，開始時の設定濃度を上まわっており，餌料プランクトンがかなり増殖したと考えられる。したがって，この結果から餌料濃度の適正値を判断することは難しいが，60,000 cells/ml投与の場合，歩留りが94%と高い値を示したのは，2で述べたように，幼生による捕食量と餌料プランクトンの増殖量が均衡を保ち，成育に好ましい環境があったためと推察される。餌料濃度20,000 cells/mlでは，アウリクラリア期の成長が良好であったにもかかわらず沈着ナマコの歩留りが著しく少なかったのは，沈着後の餌料不足，特にピーカー底面に適度な餌料の付着がなかったためではないかと考えられる。一方餌料濃度80,000 cells/ml以上では，前述と同様水質環境の悪化をもたらす斃死の原因となったようである。しかし，このメカニズムについては不明な点が多く，斃死の直接要因を解明しなくてはならない。

モノクリシスとクロレラの混合比試験では，モノクリシス単一餌料よりクロレラを同比率で混合した方が高い歩留りが得られた。アカガイの種苗生産では，クロレラとモノクリシスとの混合比を実数比で4:1~8:1にして与えると効果的であるという報告<sup>5)</sup>がある。これは，クロレラが単に餌料としてだけでなく，水質環境を安定させる効果をもつためといわれている。

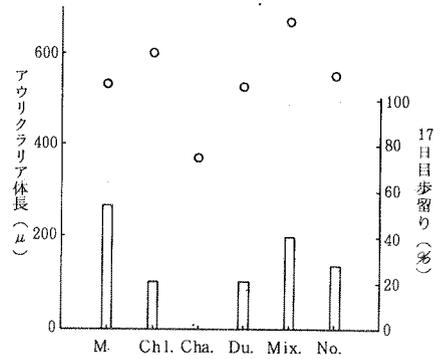


図7 餌料種類別幼生の成長と歩留り

るが、今回のナマコに関する実験においてもこのようなクロレラ混合による効果がうかがえた。しかし、クロレラの混合比率を  $\frac{1}{2}$  以上にすると歩留りが低下することから、クロレラは特に沈着後の餌料としての価値はあまり認められない。同様のことは餌料種類別実験においてもいえる。すなわち、クロレラ区ではアウリクラリア期の成長は比較的順調であるが、沈着後の歩留りは低い値を示している。モノクリシス区では、アウリクラリア期に奇形、成長不良のものが多く混在していたため平均体長の値は低くなったが、ドリオラリア期への変態途上にあるものがこの実験区のみに見られ、また沈着ナマコの歩留りが最も高かったことから、モノクリシスが餌料として適するといえよう。

キートセラス、ダナリエラは共に餌料としての価値はあまりみられず、アウリクラリアによる捕食は若干みられたが、その量は少なく成長は思わしくなかった。特にダナリエラは細胞が大きいうえ運動性に富むため初期の幼生には捕食困難ではないかと思われる。しかも、これは増殖速度が速く、飼育水が一種の赤潮状態となり、水質悪化の原因となるおそれがある。

4種混合餌料区においては、アウリクラリア期の成長は良好であったが、沈着ナマコの歩留りはモノクリシス区を下まわった。これは7日目の検鏡により、ダナリエラが他種の餌料よりかなり多くみられたことから、実験開始初期にはモノクリシスを主として摂餌したが、ダナリエラの異常増殖により環境変化が起ったことや好適餌料であるモノクリシスの増殖が抑制されたこと等のため、沈着ナマコの歩留りが減少したものと推察された。

以上のことから、ナマコの受精卵から沈着種苗までの飼育において、飼育密度  $0.5 \sim 1$  個体/ $\text{ml}$  に対し、餌料としてモノクリシスを飼育水中  $20,000 \sim 60,000 \text{ cells/ml}$  となるよう投与するのが最もよく、クロレラ実数比でモノクリシスの5倍以内の範囲で適宜加えると効果的であることがわかった。しかし、今回の実験では、歩留りを求めるにあたって飼育水を攪拌後ピペットで無作為に  $5 \text{ ml}$  採取したが、この方法で飼育水中の幼生を均一にできたかどうか、特に沈着後底面に付着している幼生を攪拌によって十分に飼育水中に均一に分布させることができたかどうか、さらに採取量が  $5 \text{ ml} \times 3$  回で充分であったかどうか疑問である。また、明条件での飼育のため、餌料プランクトンが増殖し、餌料濃度の正確な適正值が把握できなかったこと、投餌は実験開始時に行われただけであり、日々の投餌量が問題となる実際の種苗生産の場合と条件が異なることなど、今後さらに検討してゆかなければならない問題は多い。

## 要 約

- 1) 親ナマコを暗条件にて温度刺激 ( $20.8^{\circ}\text{C}$  から  $26^{\circ}\text{C}$  まで上昇させた) により約 11.3 万個の受精卵を得て幼生の初期飼育試験を行った。
- 2)  $30 \text{ l}$  パンライト水槽において、水温  $20^{\circ}\text{C}$  とし、モノクリシスを餌料として投与した結果、約 1 週間でアウリクラリア期からドリオラリア期へ変態し、次いで 3~4 日後ペンタクチュラ期に移行し、受精後約 2 週間で稚ナマコの初期段階に達した。
- 3) 今後の問題として、産卵時の照度 (黒幕が必要かどうか)、沈着ナマコ採苗に用いるコレクターの検討、換水が成長、歩留りにおよぼす効果などがあげられる。

- 4) 適正餌料試験の結果，飼育密度 0.5～1 個体 / ml に対し，餌料としてモノクリシスを飼育水中 20,000～60,000 cells/ml となるよう投与するのが最も良く，クロレラを実数比でモノクリシスの 5 倍以内の範囲で適宜加えると効果的であることがわかった。

## 参 考 文 献

- 1) 稲葉伝三郎：1937. ナマコの人工受精に就いて，水産研究誌. 32 (5)，241 - 246 .
- 2) 稲葉伝三郎：1937. ナマコの発生について，動物学雑誌，49.
- 3) 今井丈夫・稲葉伝三郎・佐藤隆平・畑中正吉：1950. 無色鞭毛虫に依るナマコ (*Stichopus japonicus* SELENKA)の人工飼育，東北大学農学研究所周報，2(2)，269 - 277.
- 4) 崔 相：1963. なまこの研究，海文堂.
- 5) 中村雅人・岩本哲二：1974. 昭和49年度アカガイの室内採苗と中間育成について，山口県内海水産試験場報告，6号，46 - 53.
- 6) 日本発生学会：1978. 変態の生物学，岩波書店.
- 7) 石田雅俊：1979. マナマコの種苗生産研究，昭和52年度福岡豊前水試研業報，1 - 17.
- 8) 椎野季雄：1969. 水産無脊椎動物学，培風館.

## 図 版 説 明

1. 極体放出，1時間後（直径 150  $\mu$ ）， $\times 100$ .
2. 8 分裂，2時間後（直径 200  $\mu$ ）， $\times 100$ .
3. 16 分裂， $\times 100$ .
4. 32～64 分裂，3時間後， $\times 40$ .
5. 64 分裂以上，6時間後（直径 216  $\mu$ ）， $\times 100$ .
6. 胞胚期，15時間後（直径 246  $\mu$ ），回転運動開始， $\times 100$ .
7. のう胚期，18時間後（256  $\times$  148  $\mu$ ），ゆるやかな回転運動， $\times 100$ .
8. アウリクラリア期，6日目（816  $\times$  586  $\mu$ ）， $\times 40$ .
9. アウリクラリア期，8日目（808  $\times$  574  $\mu$ ），突起の先端に 5 対の球状体， $\times 40$ .
10. 同 上， $\times 100$ .
11. ドリオラリア期，9日目（654  $\mu$ ）， $\times 40$ .
12. ドリオラリア期，11日目（349  $\times$  251  $\mu$ ），体表に 5 本の繊毛環形成， $\times 40$ .
13. ペンタクチュラ期，13日目（403  $\times$  256  $\mu$ ），5 本の触手形成， $\times 100$ .
14. ペンタクチュラ期→稚ナマコ初期，16日目（480  $\times$  327  $\mu$ ），管足形成， $\times 40$ .

