

粉末海藻で飼育した稚ナマコの成長と生残

有江 康章
(豊前海研究所)

The Growth and Survival rate of juvenile Sea Cucumber
Stichopus japonicus (SELENKA) fed on sea weed powder

Yasuaki ARIE
(Buzenkai Laboratory)

マナマコ(以下、ナマコと略す)の種苗生産過程は、14~30日間の浮遊期と変態後の底生期に分けられる。

浮遊期の餌料には生物餌料が一般的であり、石田,¹⁾原,²⁾山本、渡辺,³⁾野村、吉田⁴⁾らがCha. (*Chaetoceros.spp*), *Pavlova*, *Isochrysis* 等について報告している。また、愛知県⁵⁾が濃縮クロレラを、瀧口⁶⁾が粉ミルクを使用した飼育について報告している。

一方、底生期の稚ナマコを対象とした餌料試験では付着珪藻類と海藻類を用いて多数報告されている。

池田ら^{7, 8)}は、*Navicula*, *Bacillaria* 等の付着珪藻類(冷凍も含む)について種類毎の餌料試験を実施している。また、海藻類については、石田,¹⁾柳橋ら^{9, 10)}が10~30mmの稚ナマコに対して有効な餌料であると報告している。

人工餌料を用いた試験報告は、生物餌料や手作りの細碎海藻類と比較して少なく、市販されている粉末海藻を用いた試験が数例報告されているのみである。^{11, 12)}

近年のナマコ種苗生産を見ると、沈着初期における餌料としてはCha.や付着珪藻類を使用している。しかし、これら珪藻類をナマコの種苗生産

期(5~10月)を通じて大量かつ安定的に確保することは管理面で大きな負担となる。また、稚ナマコに有効とされている細碎海藻類も手作りでは大量に確保できない。

ここでは、培養や管理に手間がかかる珪藻類や作成に手間を要する細碎海藻に代わる餌料の開発を目的とし、健康食品や養魚飼料の添加物として市販されている粉末海藻を用いて体長別の飼育実験を実施した。

方 法

飼育は、室温20℃の恒温室において、図1に示す円筒型ポリ容器(海水量4ℓ)を用い、エアレーションはガラス管を使用して、全体の海水がゆっくり攪拌する程度で行った。飼育水は止水とし、1週間毎に全量換水した。また、換水する24時間前に、稚ナマコの外敵であるコペポータ類を駆除するためマゾデン(動物用医薬品)を2ppmの濃度になるように添加した。

試験に使用した餌料の名称と種類、原料、処理、大きさ等は表1に示す通りである。

1. 体長0.3mmを対象にした生Cha.と粉末海藻の試験

生Cha.区と粉末海藻W区の2区を設定し、各々

表1 試験に用いた餌料の概要 (種類, 原料, 処理, 大きさ等)

名 称	概	要
生Cha.	<i>Chaetoceros Gracilis</i>	培養水槽から抜き取ったもの
冷凍Cha.	〃	-30℃で凍結保存したもの
粉末ワカメ	ワカメ	粒径10~400 μmで100 μm前後が主体
粉末コンブ	コンブ	粒径5~300 μmで50 μm以下が主体
粉末海藻B	北欧産褐藻類 (アスコフィラム・ノドサム)	粒径10~100 μmで20~30 μmが主体
粉末海藻BW	ワカメとアスコフィラム・ ノドサムの混合	粒径5~50 μmで10 μm以下が主体
粉末海藻W	ワカメ	粒径5~50 μmで10 μm以下が主体
天然付着珪藻	<i>Bcillaria.sp</i> <i>Navicula.sp</i> <i>Nirzschia.sp</i> 等	野外水槽で自然に増殖したもの (大きさ50~150 μm)

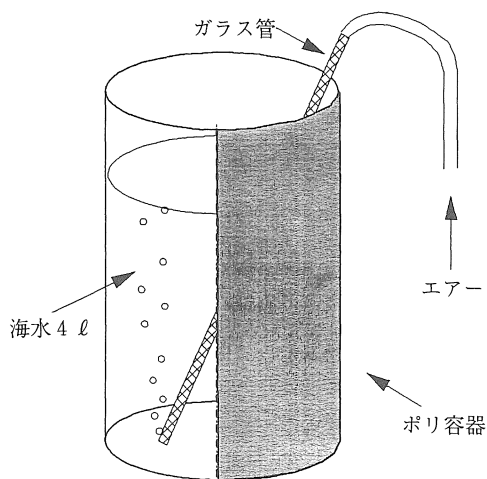


図1 実験水槽

4水槽を設けた。水槽に収容した稚ナマコの平均体長は0.3mmで、収容匹数は水槽当たり400匹とした。試験期間は1991年5月15日~同年7月2日(48日間)とした。

飼育期間中の投餌量は表2に示すとおり、成長に伴い増加させた。粉末海藻W区については、供試した稚ナマコが小さいため、粉末海藻W(0.5g)を海水で濾し(40 μmネット)抽出液が100

表2 体長0.3mmを対象にした試験の投餌量

試験期間	生Cha.区 ($\times 10^4$ cells/日)	粉末海藻W区 (ml/日)
5/15~5/24	1,500~2,000	0.5
5/25~5/29	〃	1
5/30~6/6	〃	2
6/7~6/12	3,000~4,000	3
6/13~6/26	6,000~8,000	6
6/27~7/1	〃	10

※粉末海藻Wは、0.5gを海水で濾し(40 μmネット)、抽出液が100mlになったものを使用した

mlになったものを使用した。

2. 体長1~3mmを対象にした珪藻類と粉末海藻類の試験

無投餌区, 生Cha. 区, 冷凍Cha. 区, 天然付着珪藻区, 粉末海藻BW区, 粉末海藻W区, 生Cha. +粉末海藻BW区の7区を設定し, 各々2水槽を設けた。水槽に収容した稚ナマコの体長は1~3mm(平均体長1.7mm, 標準偏差0.9mm)で, 収容匹数は水槽当たり50匹とした。試験期間は1991年7月9日~同年8月7日(29日間)とした。

試験期間中における1日当たりの投餌量は表3に示した。

表3 体長1～3mmを対象にした試験の投餌量

試験区	1日の投餌量
無投餌区	—
生Cha.	4,000～5,000万cells
冷凍Cha.	〃
天然付着珪藻区	湿重量1g
粉末海藻BW区	0.1g
粉末海藻W区	〃
生Cha.	2,000～2,500万cells
+粉末海藻BW区	+0.05g

3. 体長0.5～2mmを対象にした粉末海藻類の試験

粉末ワカメ区, 粉末コンブ区, 粉末海藻B区, 粉末海藻BW区の4区を設定し, 各々2水槽を設けた。水槽に収容した稚ナマコの体長は0.5～2mm(平均体長1.3mm, 標準偏差0.5mm)で, 収容匹数は水槽当たり50匹とした。試験期間は1990年8月20日～同年9月13日(24日間)とした。

試験期間中における1日当たりの投餌量は表4に示した通り成長に伴い増加させた。

4. 体長3～6mmを対象にした粉末海藻類の試験

上記の試験と同じ4区を設定し, 各々の試験区に2水槽を設けた。水槽に収容した稚ナマコの体長は3～6mm(平均体長3.6mm, 標準偏差1.3mm)で, 収容匹数は水槽当たり30匹とした。

試験期間は1990年8月20日～同年9月13日(24日間)とし, 1日当たりの投餌量は表4に示した。

表4 体長0.5～2mmと3～6mmを対象にした試験の投餌量(g/日)

体長\期間	8/22～8/27	8/28～9/6	9/7～9/12
0.5～2mm	0.05	0.10	0.14
3～6mm	0.10	0.15	0.30

結 果

1. 体長0.3mmを対象にした生Cha.と粉末海藻の試験

試験終了時における, 稚ナマコの平均体長と生残率を図2に示した。

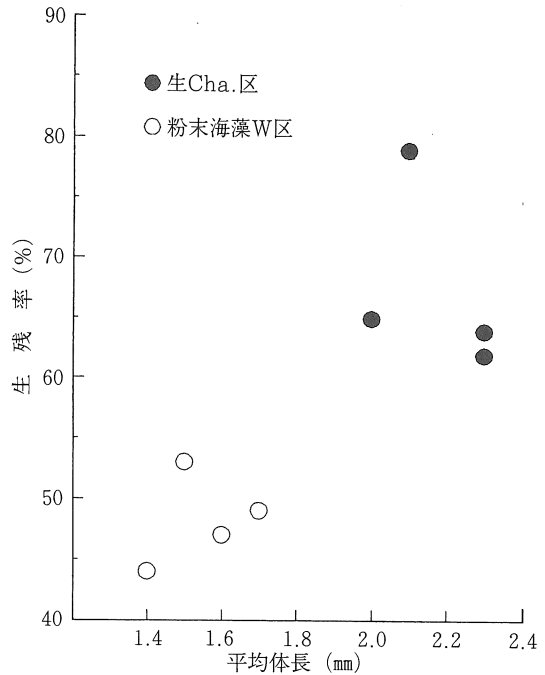


図2 体長0.3mmを対象にした試験結果

水槽毎の平均体長を比較すると生Cha.区が2.0～2.3mm(全体平均2.2mm), 粉末海藻W区が1.4～1.7mm(1.6mm)となっており, 試験開始時の平均体長(0.3mm)と比較して生Cha.区が7.3倍, 粉末海藻W区が5.3倍の成長であった。

また, 水槽毎の生残率は, 生Cha.区が62～79%(平均68%), 粉末海藻W区が44～53%(48%)と生Cha.区の方が高かった。

両試験区における試験終了時の体長組成を図3に示した。生Cha.区は2～2.9mmに, 粉末海藻W区は1～1.9mmにモードを有する単峯型を示しているが, 生Cha.区の方には5mm以上の大きい個体がみられた。

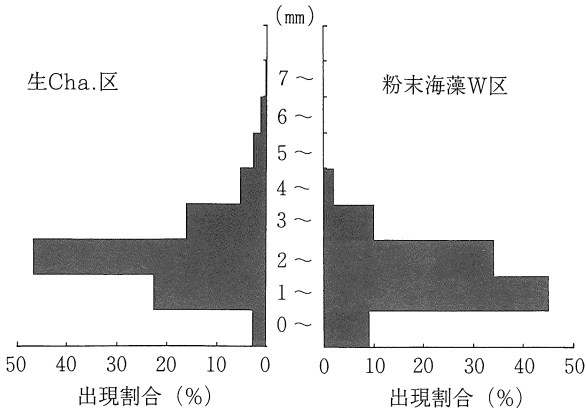


図3 体長0.3mmを対象にした試験終了時の体長組成

2. 体長1～3mmを対象にした珪藻類と粉末海藻類の試験

試験終了時における、各試験区の平均体長と生残率を図4に示した。

試験終了時の平均体長は、生Cha. 区の 5.3 mm

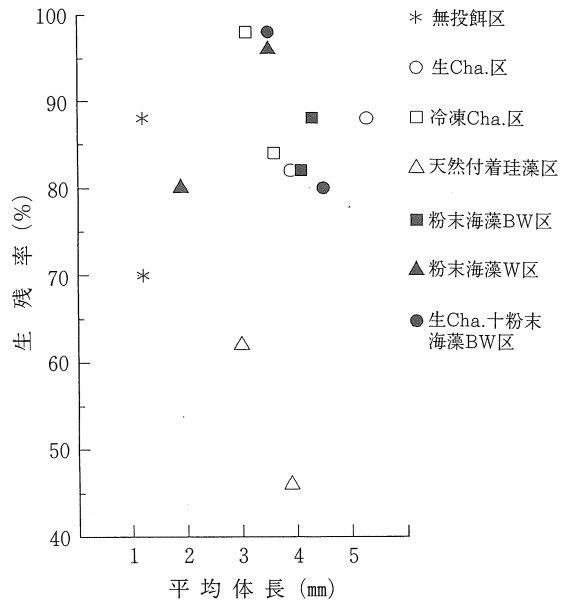


図4 体長1～3mmを対象にした試験結果

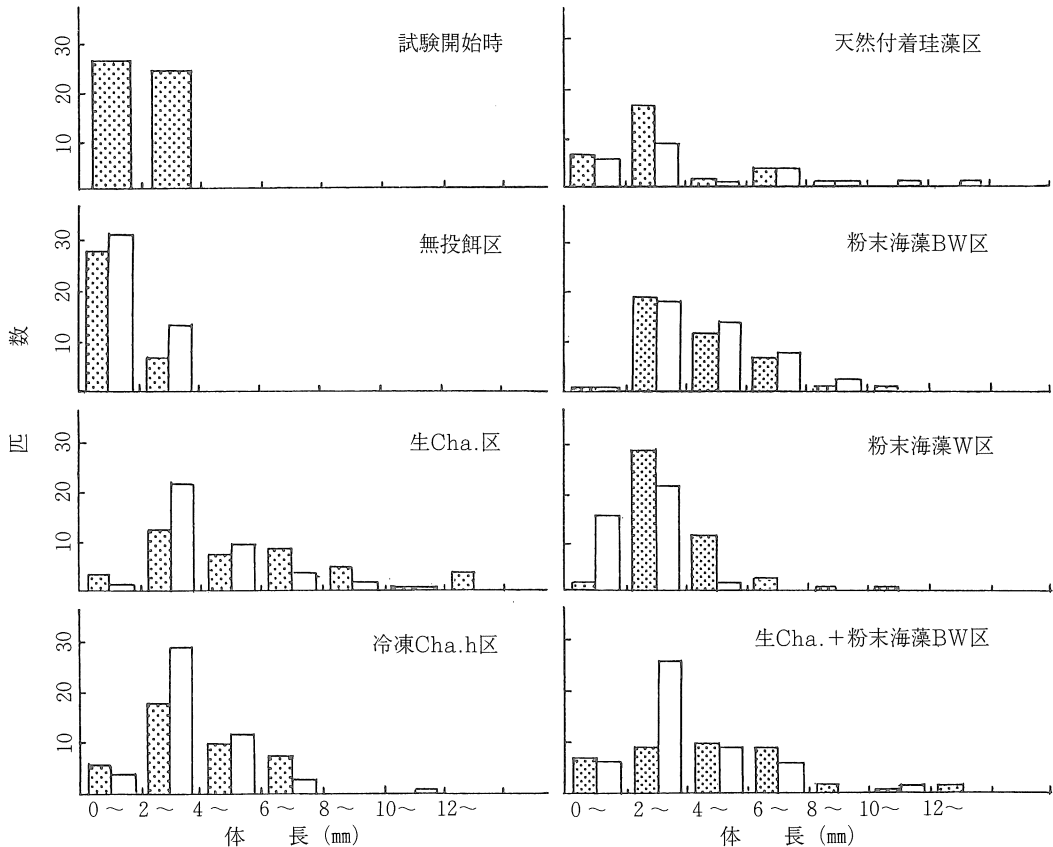


図5 体長1～3mmを対象にした試験の開始時と終了時の体長組成

(標準偏差 3.4 mm), 生Cha. + 粉末海藻BW区の 4.5 mm (2.9 mm), 粉末海藻BW区の 4.3 mm (1.9 mm) の順に大きかった。逆に, 平均体長が小さいのは, 無投餌区 (2水槽とも同じ大きさ) の 1.2 mm (0.5 mm) と粉末海藻W区の 1.9 mm (0.9 mm) であった。

次に, 生残率で比較すると, 最も高いのが冷凍Cha. 区と生Cha. + 粉末海藻BW区の 98 %, 続いて粉末海藻W区の 96 % であった。逆に生残率が低いのは天然付着珪藻区の 46 % と 62 % で, 次いで無投餌区の 70 % であった。

図5に, 試験開始時と終了時における稚ナマコの体長組成を示した。なお, 終了時については, 各試験区とも2水槽で実施しているため水槽毎に表示した。試験終了時の体長組成は, 無投餌区を除いて基本的には大きい方に裾を延ばす単峯型を示した。

3. 体長0.5 ~ 2 mmを対象にした粉末海藻類の試験

試験終了時における平均体長と生残率を図6に示した。

平均体長が大きいのは, 粉末コンブ区の 10.1 mm (標準偏差 4.5 mm) と 8.9 mm (5.1 mm), 粉末海藻B

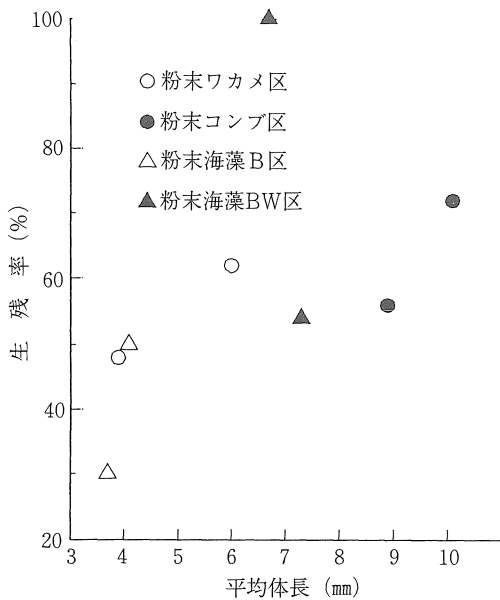


図6 体長0.5 ~ 2 mmを対象にした試験結果

W区の 7.3 mm (2.8 mm) であった。逆に, 小さいのが, 粉末海藻B区の 3.7 mm (1.8 mm), 粉末ワカメ区の 3.9 mm (1.7 mm), 粉末海藻B区の 4.1 mm (1.6 mm) であった。

生残率が高いのは, 粉末海藻BW区の 100 %, 粉末コンブ区の 72 %, 続いて粉末ワカメ区の 62 % であった。逆に生残率が低いのは, 粉末海藻B区の 30 %, 粉末ワカメ区の 48 %, 粉末海藻B区の 50 % であった。

試験開始時と終了時における体長組成を図7に示した。なお, 各試験区とも2水槽で行っているため水槽毎に体長組成を示した。試験終了時の体長組成を比較すると各試験区とも成長差が大きく,

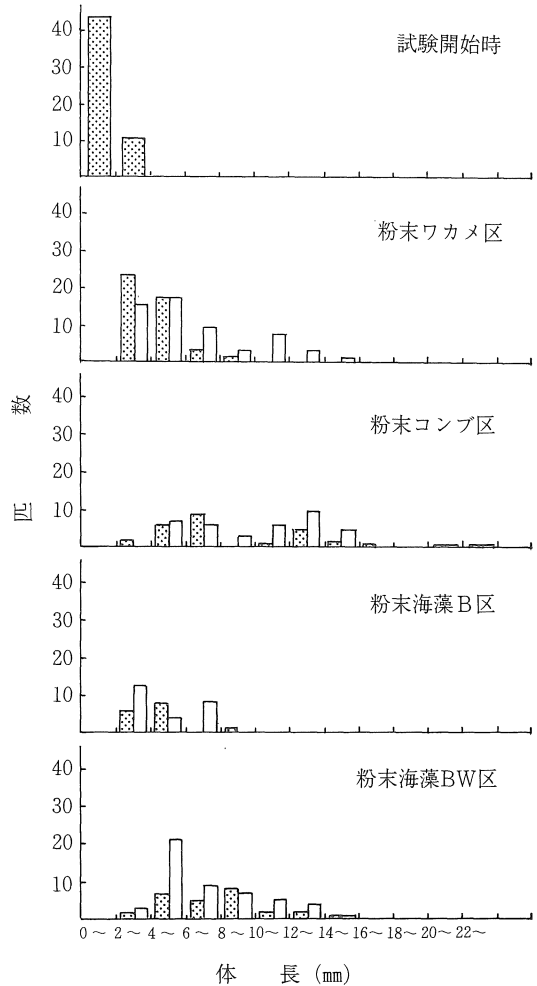


図7 体長0.5 ~ 2 mmを対象にした試験の開始時と終了時の体長組成

特に粉末コンブ区には体長 20 ~ 24 mm と他の試験区では出現しない大きな個体がみられた。

4. 体長 3 ~ 6 mm を対象にした粉末海藻類の試験
試験終了時における平均体長と生残率を図 8 に示した。

試験終了時の平均体長は、粉末コンブ区の 14.7 mm (標準偏差 8.3 mm)、粉末海藻BW区の 14.1 mm (6.9 mm) と 13.2 mm (6.6 mm) の順に大きく。逆に、平均体長が小さいのは、粉末海藻B区の 5.5 mm (1.9 mm) と 5.5 mm (2.5 mm)、粉末ワカメ区の 6.8 mm (2.3 mm) であった。

生残率が高いのは、粉末海藻BW区の 87 %、粉末コンブ区の 83 % と 77 % であった。逆に生残率が低いのは、粉末ワカメ区の 40 %、粉末海藻B区の 50 % と 67 % であった。

試験開始時における体長組成と試験終了時の体長組成を図 9 に示した。なお、各試験区とも 2 水槽で行っているため水槽毎に体長組成を示した。試験終了時の体長組成を比較すると、粉末ワカメ

区を除いて、同じ試験区の 2 水槽は同様の体長組成を示した。また、粉末コンブ区は、他の試験区では出現しない 35 mm を越える大きな個体がみられた。

考 察

沈着初期の稚ナマコ (体長 0.3 mm) を対象とした今回の試験では、生Cha.区の成長が平均体長で 7.3 倍、生残率も 68 % と、粉末海藻W区の成長 5.3 倍、生残率 48 % より良い結果となった。

今回の試験は、飼育条件が安定する恒温室内において、管理が行き届く小規模水槽を使用している

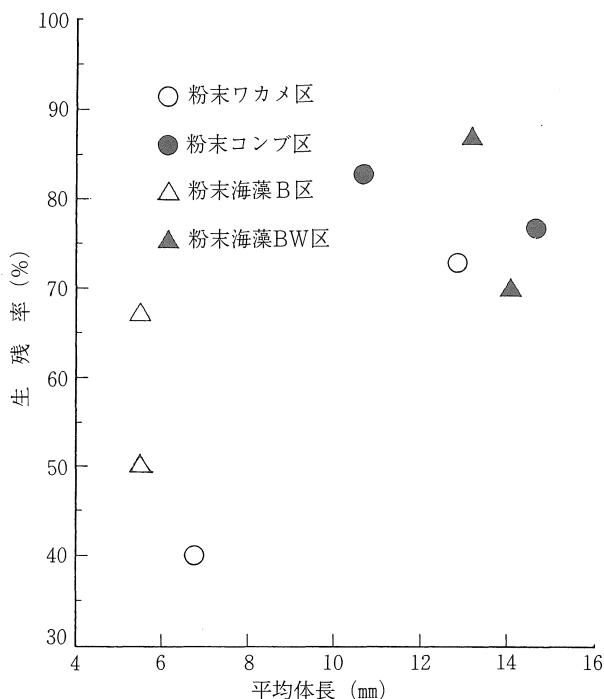


図 8 体長 3 ~ 6 mm を対象にした試験結果

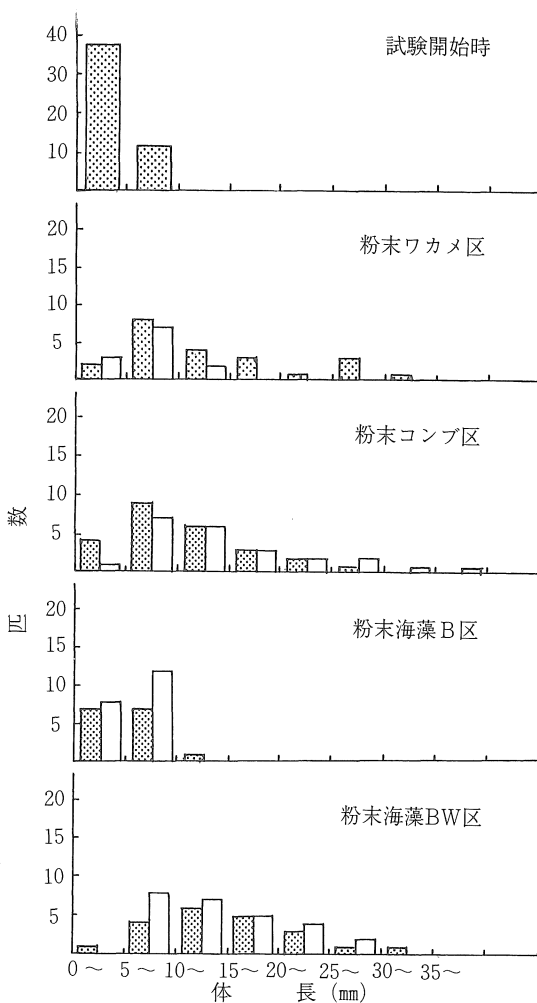


図 9 体長 3 ~ 6 mm を対象にした試験の開始時と終了時の体長組成

結果である。しかし、大きな水槽を使用して大量生産を行った場合の成長や生残率は、今回の結果を大きく下回ることが予想される。

一方、過去において試験期間が10日間と短期間ではあるが、沈着初期の稚ナマコを対象に粉末海藻（ワカメを主体とした餌料）を使用した餌料試験では成長・生残とも良好であったと報告している。¹¹⁾

今回の試験結果においても、粉末海藻が全く使用できないものではなく、粉末海藻の種類、使用する期間、ナマコの大きさ、さらにCha.との組合せ等を検討することによって、使用する生物餌料の量を減らすことが可能と考えられる。

体長1～3mmの稚ナマコを対象にした珪藻類と粉末海藻類の試験では、試験区により成長・生残率に差が生じた。

成長・生残率からみると生Cha., 冷凍Cha., 粉末海藻BW, 生Cha.+粉末海藻BWが有効な餌料と考えられる。今後、大量生産を行って行く場合は、餌料の安定供給から粉末海藻BWを主体に生・冷凍Cha.の併用を考えていけば良いと思われる。

過去における、稚ナマコを対象にした餌料試験では、付着珪藻類の成長・生残は良いと報告されている。^{7, 8, 11, 12, 13)}

しかし、今回の試験における天然付着珪藻区の成長は、上記の4試験区と大差ないが、生残率が62%, 46%と悪い結果となった。この原因として、試験期間中は、週1回のマゾデン添加によるコペポーダ類の駆除を実施しているが、天然付着珪藻区は毎日野外から餌を採取して投与するため、他の試験区と比較してコペポーダ類や原生動物等の生物が多数見られ、稚ナマコの生息条件としては悪かったものと考えられる。

また、今回の試験は異種の餌料を比較したものであり、各餌料毎の質と量の検討が不足している。また、飼育が長期に及ぶと餌料によっては飼育条件が悪くなるため、実用に向けては餌料だけではなく換水や投餌方法を考慮した検討が必要である。体長0.5～2mmと3～6mmを対象にした粉末海

表5 体長0.5～2mmと3～6mmを対象にした試験の優劣判定表

餌料	体長0.5～2mm		体長3～6mm	
	成長	生存	成長	生存
粉末ワカメ	△	△	△	△
粉末コンブ	◎	○	○	○
粉末海藻B	×	×	×	△
粉末海藻BW	○	◎	◎	○

◎：優れている ○：良い △：やや劣る ×：劣る

藻類の試験結果を、◎：優れている、○：良い、△：やや劣る、×：劣るの4段階で表5に表示した。粉末海藻BWと粉末コンブは、体長0.5～2mmと3～6mmの稚ナマコに対して成長・生残率とも良い結果であった。

過去における粉末海藻を用いた飼育試験において、コンブ粉末はワカメ粉末と比較して成長は良いが腐敗しやすく、生残率が悪いとの報告もある。¹³⁾

また、今回試験で使用した粉末海藻BWは市販価格が400円/kgと安価であるが、粉末コンブは1,600円/kgと高い。

以上のことから、ナマコの種苗生産については、沈着初期(0.3mm)から1～2mmまでは、Cha.を餌料とし、それ以降については粉末海藻BWを使用した方が作業面・経済面から見ても有利であると考えられる。

現在、ナマコの種苗生産における最大の問題点は個体間の成長差が大きいことである。図3, 5, 7, 9に試験終了時の体長組成を示したが、試験結果が良い試験区ほど差が広がる傾向にある。このことは、餌料の種類より、むしろナマコの健苗性が大きく関与していることも推察される。

要 約

- 1) 体長0.3mmの稚ナマコを対象にした生Cha.と粉末海藻W(ワカメ)の比較試験では、生Cha.区が試験開始時の7.3倍に成長し、生残率も68%と良い結果であった。

- 2) 体長1～3 mm (平均1.7 mm) の稚ナマコを対象にした珪藻類と粉末海藻類の比較試験から、生Cha., 冷凍Cha., 粉末海藻BW (北欧産褐藻類とワカメの混合), 生Cha. +粉末海藻BWが成長・生残率とも良い結果であった。
- 3) 体長0.5～2 mmと3～6 mmの稚ナマコを対象にした粉末海藻類の比較試験では、粉末海藻BWと粉末コンブが成長・生残率とも良い結果であった。
- 4) ナマコ種苗の大量生産を行う場合、0.3 mm (沈着初期) から1～2 mmまでは、Cha. を餌料とし、それ以降については粉末海藻BWを使用した方が作業面・経済面から見て有利であると考えられる。
- 5) 愛知県, 大分県, 福井県, 山口県: 昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業報告書・棘皮類, (1989).
- 6) 瀧口克己: マナマコの増殖に関する研究—VIII. 福岡県豊前水試研報第1号, 77—79 (1988).
- 7) 池田善平・草加耕司・植木範行: マナマコの間育成について. 岡山県水試報, 3, 47—54 (1988).
- 8) 池田善平・草加耕司・植木範行: マナマコの間育成方法の改良. 岡山県水試報, 4, 56—63 (1989).
- 9) 柳橋茂昭・柳沢豊重・河崎 憲: マナマコ種苗生産における浮遊幼生の着底および着底以後の幼体個体の餌料と飼育方法について. 水産増殖32巻1号, 6—14 (1984).

文 献

- 1) 石田雅俊: マナマコの種苗生産研究. 昭和52年度福岡県豊前水試研究業務報告, 1—17 (1979).
- 2) 原 修: ナマコ受精卵の発生と水温ならびの幼生の初期餌料. 長崎県水試研究報告第6号, 55—59 (1980).
- 3) 山本 翠・渡辺憲一朗: ナマコ幼生の初期飼育について. 山口県内海水試報告第8号, 51—62 (1981).
- 4) 野村 元・吉田俊憲: マナマコ種苗生産試. 石川県増試資料28号, 53—56 (1986).
- 10) 柳橋茂昭・河崎 憲: マナマコ種苗生産. 昭和59年度愛知県水試業務報告, 16—19 (1985).
- 11) 愛知県, 大分県, 福井県, 山口県: 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業報告書・棘皮類, (1990).
- 12) 愛知県, 大分県, 福井県, 山口県: 平成2年度地域特産種増殖技術開発事業報告書・棘皮類, (1991).
- 13) 愛知県, 大分県, 福井県, 山口県: 昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業報告書・棘皮類, (1989).