

海上筏におけるマナマコ大型種苗の飼育について

伊藤史郎・川原逸朗・広瀬 茂

マナマコ *Stichopus japonicus* は水産上有用な磯根資源であり、近年、その増殖を目的とした人工種苗の生産が行われ、放流事業が試みられている¹⁾。しかし、稚ナマコの放流サイズは、さまざまであり、効果的な放流事業を行うための適正な放流サイズについては不明な点が多く、現在検討がなされている²⁾。

佐賀県栽培漁業センターにおいても、稚ナマコの種苗生産技術開発に伴い、体長10mmサイズの稚ナマコを10万尾単位で生産できるようになり³⁾、10mmサイズの稚ナマコの放流が可能となってきたが、今後より大型の放流用種苗（体長30～40mmサイズ）を生産するためには、ウニ類やアワビなどで行われているような海面での飼育方法（中間育成）の開発が必要である。

佐賀県北部沿岸域では、近年、海上筏を使ったウニ類（アカウニ *Pseudocentrotus depressus*、バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*）やエゾアワビ *Haliotis discus hannai* の放流を目的とした中間育成や養殖事業が行われている。このため、この飼育施設や技術を活用したマナマコの大型放流用種苗の生産が可能ではないかと考えられた。そこで、陸上水槽で種苗生産した体長10～20mmの稚ナマコを用いた海上筏での飼育実験を行うとともに、ウニ類やエゾアワビとの混養飼育も併せて試みた。その結果、稚ナマコの単独飼育やエゾアワビとの混養飼育に比べ、ウニ類と混養して飼育したほうが、稚ナマコの成長や生残の点からより効果的な飼育ができることが明らかとなったので、その飼育結果の概要を報告する。

また、マナマコには、水産上有用なものとして、アオナマコとアカナマコがあるが、これらは一般に形態や生息域など生態的特性が異なっている⁴⁾。そこで、アオナマコとアカナマコのそれぞれにつ

いて前述した実験を行い比較検討した。

材料及び方法

実験1 小型筏での飼育試験

実験は1992年9月17日から1993年3月12日にかけて行った。

実験区は、アオナマコではアオナマコ単独飼育群（以下、アオ単独群）、アオナマコとバフンウニとの混養飼育群（以下、アオ・ウニ混養群）、アオナマコとエゾアワビとの混養飼育群（以下、アオ・アワビ混養群）の3区とした。同様にアカナマコについても実験区を設定し、アカ単独群、アカ・ウニ混養群、アカ・アワビ混養群とした。1筏当りのアオ、アカナマコ、バフンウニ及びエゾアワビの収容数はアオ、アカナマコ各200尾、バフンウニ、エゾアワビは各50個体とした。各実験区は3組ずつ筏を設定した。

供試したアオ、アカナマコは1992年4月に採卵し、種苗生産を行ったものである。稚ナマコの平均体長（平均体重）は、アオナマコ 15.3 ± 3.9 mm（96.2mg）、アカナマコ 18.9 ± 4.6 mm（154.9mg）であった。なお、混養したバフンウニは1991年10月に、エゾアワビは1991年9月にそれぞれ採卵し、種苗生産を行ったもので、バフンウニは殻径 17.0 ± 1.9 mm、エゾアワビは殻長 23.1 ± 2.6 mmのものであった。

飼育には図1に示したような、ポリプロピレン製の筏（31×48×25cm）を用いた。筏の内側にはニップ網（30目、オープニング691 μ m）を袋状（30×47×60cm）に取り付けた。袋の上部は紐で固く結び、稚ナマコ等の逸散を防いだ。

各実験区には、10～15日毎に餌料としてアラメ *Eisenia bicyclis*、アナアオサ *Ulva pertusa* 等を十分量与えた。なお、これらの餌料は、通常佐賀県



図1 飼育実験に使用した小型籠

において海上筏でのウニ類やエゾアワビの飼育餌料として使用されているものである。

各実験区の籠には付着器として塩化ビニール製の波板(40×32cm)1枚を半円形にして設置した。なお、各波板は直径約3cmの穴を9か所ほど開けたものを使用した。

各実験区の籠は、佐賀県栽培漁業センター地先の水深約5mの所に設置した海上筏から、水面下約2mの位置に垂下した。

実験開始時及び終了時の稚ナマコの体長はL-メントールで麻酔処理⁵⁾をして測定した。また、終了時は体長測定を行った個体を、それぞれ個別に電子天秤を用いて1mg単位まで秤量した。

実験開始時及び終了時の稚ナマコ等の計数は全数計数法で行った。

実験2 小割生簀での飼育試験

実験は、アオナマコでは1992年7月27日から、アカナマコでは1992年9月1日からそれぞれ開始し、アオ、アカナマコともに1992年12月9日に終了した。

実験区は、アオナマコでは実験1と同様にアオ単独群、アオナマコとアカウニとの混養飼育群(以下、アオ・アカウニ混養群)の2区とした。同様にアカナマコについても実験区を設定し、アカ単独群、アカ・アカウニ混養群とした。

1生簀当りのアオ、アカナマコ及びアカウニの

収容数はアオ、アカナマコ各5000尾、アカウニ5000個体とした。

供試したアオ、アカナマコは実験1で使用した飼育群と同様のもので、平均体長(平均体重)はアオナマコが $16.3 \pm 5.6\text{mm}$ (112mg)アカナマコが $11.2 \pm 2.4\text{mm}$ (42.1mg)であった。また、アカウニは1992年4月に採卵し、種苗生産を行ったものである。その平均殻径は4.7mmであった。

飼育に使用した小割生簀は、ネトロン製のもの(Z₁, 1.5×1.5×1.5m, 有効水深1.3m), 内側にモジ網(240径, オープニング2mm)を張ったものを各実験区ごとに4面使用した。小割生簀は、実験1で使用したものと同一筏に設置した。

餌の種類や投餌間隔などは実験1と同様とした。

各実験区の小割生簀の底には付着器を設置した。アオ、アカ単独群は図2に示したような竹を半分にしたもの(長さ約1.3m)を井桁に組んで設置した。アオ・アカウニ及びアカ・アカウニ混養群は小割生簀の中にポリエチレン製の籠(32×49×30cm)9個を付着器として設置した。なお、アカ・アカウニ混養群のアカウニは、アオナマコの実験を開始した7月27日にあらかじめ小割生簀に収容し、アカナマコを収容した9月1日までアオナマコの実験区と同様の飼育管理を行った。

実験開始時及び終了時の稚ナマコ等の計数は全数計数法で行ったが、実験開始時のアカウニについては重量法で計数した。

なお、実験1, 2においてアオ、アカナマコの飼育期間中における体重の日間増重量を求めるため、実験開始時のアオ、アカナマコの体重を既報⁶⁾の体重と体長との関係式から求めた。

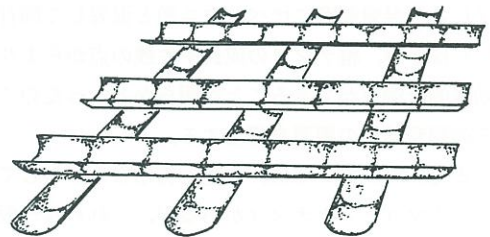


図2 竹製の付着器

結 果

実験期間中の海上筏での旬別平均水温を図3に示した。

実験1 小型籠での飼育試験

実験終了時の飼育結果を表1に示した。

アオ単独群-3, アカ単独群-2及びアカ・ウニ混養群-2の3籠は, 実験期間中の時化によって籠が流失した。

混養飼育群におけるバフンウニやエゾアワビの生残率は高く, 成長量も高い値を示し, 実験期間中の籠での飼育は順調に行われたことが推察された。

生残率はアオ, アカナマコともにバフンウニと

の混養飼育群が最も高く, 次ぎにエゾアワビとの混養飼育群, 最も低かったのがアオ, アカナマコを単独で飼育した群であった。アカナマコの実験

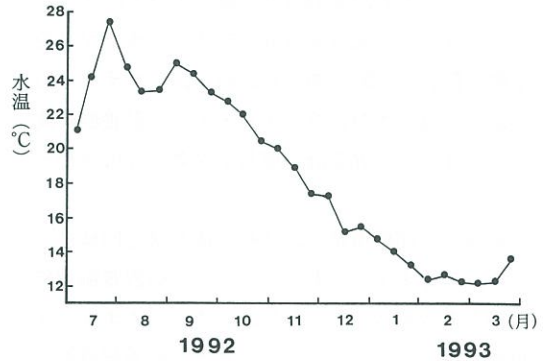


図3 旬別平均水温

表1 小型籠での飼育結果

実験区	マナマコ						バフンウニ、エゾアワビ				
	生残数	生残率 (%)	平均体長 (mm)	日間成長量 (μm/日)	平均体重 (mg)	日間増重量 (mg/日)	生残数	生残率 (%)	平均殻径(殻長) (mm)	日間成長量 (μm/日)	
アオ単独	-1	62	31.0	35.9±14.5	117.0	1,288±1,724	6.8				
	-2	78	39.0	34.6±15.5	110.0	1,299±1,759	6.8				
	-3	-	-	-	-	-	-				
	(平均)		(35.0)		(113.5)		(6.8)				
アオ・ウニ混養	-1	107	53.5	45.2±14.6	169.9	2,047±1,672	11.1	50	100	30.5±1.7	76.7
	-2	105	52.5	44.4±14.7	165.3	2,005±1,909	10.8	49	98	30.1±1.7	74.4
	-3	116	58.0	51.4±12.8	205.1	2,114±1,053	11.5	47	94	30.6±2.2	77.3
	(平均)		(54.7)		(180.1)		(11.1)		(97.3)		(76.1)
アオ・アワビ混養	-1	92	46.0	37.2± 8.5	124.4	1,269± 633	6.7	48	96	44.1±4.3	119.3
	-2	79	39.5	34.6±11.2	110.0	1,092± 898	5.7	50	100	46.7±3.9	134.1
	-3	97	48.5	35.9± 8.6	117.0	1,010± 730	5.2	50	100	45.1±3.0	125.0
	(平均)		(44.7)		(117.1)		(5.9)		(98.7)		(126.1)
アカ単独	-1	75	37.5	38.8±14.2	113.1	1,427±1,354	7.2				
	-2	-	-	-	-	-	-				
	-3	58	29.0	44.6±17.3	146.0	2,062±2,386	10.8				
	(平均)		(33.3)		(129.6)		(9.0)				
アカ・ウニ混養	-1	79	39.5	49.3±20.7	172.7	2,890±4,338	15.5	50	100	30.1±1.6	74.4
	-2	-	-	-	-	-	-				
	-3	87	43.5	44.6±16.1	146.0	2,522±3,038	13.4	50	100	29.5±1.2	71.0
	(平均)		(41.5)		(159.4)		(14.5)		(100)		(72.7)
アカ・アワビ混養	-1	72	36.0	43.9±10.9	142.0	1,570±1,361	8.0	50	100	45.8±3.2	129.0
	-2	65	32.5	40.8±11.5	124.4	1,488±1,536	7.6	49	98	43.6±5.2	116.5
	-3	77	38.5	44.9± 8.5	147.7	1,375± 641	6.9	50	100	43.2±4.4	114.2
	(平均)		(35.7)		(138.0)		(7.5)		(99.3)		(119.9)

では、アカ・アワビ混養群とアカ単独群との生残率の差は小さかった。

体長の日間成長量は、アオ、アカナマコともにバフンウニとの混養飼育群が最も大きく、次ぎにエゾアワビとの混養飼育群、アオ、アカナマコを単独で飼育した群であった。特に、アオナマコの実験区ではアオ単独群やアオ・アワビ混養群に比べ、アオ・ウニ混養群の成長量が著しく大きかった。

体重の日間増重量は、体長の成長量と同様に、アオ、アカナマコともバフンウニとの混養飼育群が最も大きかった。しかし、アオ、アカナマコを単独で飼育した群とエゾアワビとの混養飼育群とでは、体長の成長量とは異なり、エゾアワビとの混養飼育群のほうが若干小さかった。

投餌日毎の観察では、アオ、アカナマコともにバフンウニやエゾアワビとの混養飼育群では残餌がみられず、海藻類の摂餌が活発に行われていた。一方、アオ、アカナマコを単独で飼育した群では常に海藻類がみられた。

実験終了時のアオ単独群、アオ・ウニ混養群、アオ・アワビ混養群の付着器の状況を図4に示した。バフンウニとの混養飼育群の付着器が最も付着物が少なく飼育籠の内部の付着物も少なかった。また、アカナマコの実験区でも同様であった。

実験2 小割生簀での飼育試験

小割生簀での飼育結果を表2に示した。

生残率はアオ、アカナマコともに単独飼育群に比べアカウニとの混養飼育群のほうが若干高かつ

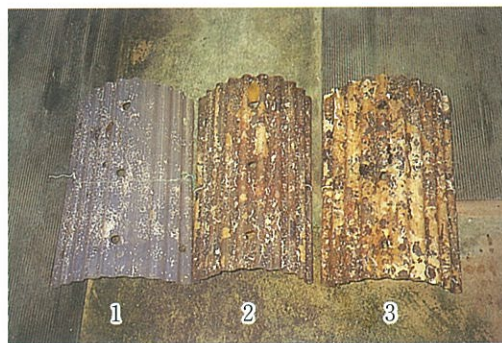


図4 実験終了時の付着器の状態

- 1, アオナマコとバフンウニ混養飼育；
- 2, アオナマコとエゾアワビ混養飼育；
- 3, アオナマコ単独飼育。

た。また、アオナマコを使った実験区に比べアカナマコを使った実験区のほうが生残率が低かった。なお、本実験では、生簀内の潮通しをよくするため、生簀の内側には、実験1の籠より目合の大きなモジ網を内張りしたが、この目合では、稚ナマコの逸散が若干あったものと考えられた。

体長の日間成長量及び体重の日間増重量は、アオ、アカナマコともに、単独で飼育を行った群に比べ、アカウニとの混養飼育群のほうが大きかった。これらの値はアオナマコとアカナマコの実験結果ともに同様な値であった。

各実験区への海藻類の投与量は、アカウニとの混養飼育群のほうがアオ、アカナマコを単独で飼育した群に比べ多く、アオ、アカナマコを単独で飼育した群は、特に目だった海藻類の減耗はみられなかった。

表2 小割生簀での飼育結果

実験区	アカナマコ						アカウニ			
	生残数	生残率 (%)	平均体長 (mm)	日間成長量 ($\mu\text{m}/\text{日}$)	平均体重 (mg)	日間増重量 (mg/日)	生残数	生残率 (%)	平均殻径 (mm)	日間成長量 ($\mu\text{m}/\text{日}$)
アオ単独	1,551	31.0	44.8 \pm 15.0	211.1	2,230 \pm 2,290	15.7				
アオ・アカウニ混養	1,713	34.3	49.8 \pm 14.1	248.1	2,760 \pm 2,110	19.6	2,009	40.2	22.2 \pm 5.0	129.6

アカ単独	1,006	20.1	38.8 \pm 10.5	278.8	1,600 \pm 1,250	15.7				
アカ・アカウニ混養	1,103	22.1	44.2 \pm 13.5	333.3	2,060 \pm 2,010	20.4	1,937	38.7	20.7 \pm 3.9	118.5

アカウニは、8月下旬から9月上旬にかけて斃死がみられた。このため、実験終了時の生残率は実験1のバフンウニの値に比べ低く、それぞれ40.2, 38.7%であった。

なお、実験1, 2ともに実験期間中の籠や生簀等の掃除(付着物の除去)は行わなかった。

考 察

佐賀県栽培漁業センターにおける稚ナマコの生産方式は、ウニ類の生産方式に準じて付着珪藻を初期餌料とするものであり、その生産方式によって1993年には、採卵後4~5ヶ月間の飼育で体長10mmの稚ナマコ50万尾を生産できるようになった⁶⁾。しかし、害敵生物の捕食サイズとの関係から、稚ナマコの放流サイズは40mm以上が好ましいとの報告²⁾もあり、今後10mm以上の稚ナマコの生産方式については、さらに効率的なものを開発する必要がある。その一つの方策として海上筏を利用した飼育方法の検討が考えられるが、他県でも、陸上水槽で種苗生産した稚ナマコを使った海上での育成試験がさまざまな方式で行われ、30~40mmサイズの稚ナマコの生産も可能となっている²⁾。

現在、陸上水槽における稚ナマコの飼育餌料はおもに海藻粉末のリピック(理研ビタミン社製)が使用されている²⁾。また、佐賀県栽培漁業センターでは自然繁殖させた付着珪藻をおもな餌料として使用している³⁾。一方、海上での飼育では、特に餌を与える飼育方式はとられていない²⁾。

今回行った飼育実験の結果から、アオ、アカナマコともに、それぞれを単独で飼育するより、バフンウニやアカウニと混養して飼育を行ったほうが、体長、体重とも成長がよいことが明らかとなった。稚ナマコを単独で飼育した群では、ウニ類やエゾアワビのように大型の海藻類を積極的に摂餌したとは考えにくく、籠の中に付着した微細藻類や有機物あるいは餌料として与えた海藻類が腐食して柔らかくなったものを摂餌していたものと考えられる。一方、ウニ類と混養した飼育群では、ウニ類が海藻類や付着物を摂餌し、その排泄物も、稚ナマコの餌料として利用されたのではないかと

考えられた。また、エゾアワビとの混養飼育群は、単独飼育群と成長量では大きな差がみられなかった。これは、ウニ類とエゾアワビとの排泄物の質的なものに差があったものと推察された。この点については、今後、室内実験により検証していきたい。いずれにせよ、マナマコは海底の砂泥に含まれる有機物や他の海産動物の排泄物などを摂餌する deposit feeder であり、ウニ類との混養飼育は有効な飼育方法であると考えられた。

以上のように、今後、海上筏を使った稚ナマコの大型種苗の生産が可能であると思われ、より効果的なマナマコの放流事業が推進されるものと考えられる。

また、今回の実験では、生残率は他県の報告例²⁾に比べ若干低い値であったが、今後は海上筏の設置場所(波浪等の影響の少ない所)や稚ナマコ及びウニ類の収容密度、ウニ類の餌として使用する海藻の種類、生簀の内張りの目合、付着器の形状、飼育期間などを検討していきたい。

要 約

1. 稚ナマコの放流用大型種苗(体長30~40mmサイズ)の生産を目的として、海上筏における小型籠及び小割生簀を使ったウニ類やエゾアワビとの混養試験を行った。
2. 小型籠での飼育試験は、アオ、アカナマコ単独飼育群、バフンウニとの混養飼育群、エゾアワビとの混養飼育群の6区を設定した。
3. 小割生簀での飼育試験はアオ、アカナマコ単独飼育群、アオ、アカナマコとアカウニとの混養飼育群の4区を設定した。
4. 小型籠での飼育試験は、アオ、アカナマコともにバフンウニとの混養飼育群が成長、生残とも最もよかった。エゾアワビとの混養飼育群と単独飼育群とでは成長、生残に大きな差はみられなかった。
5. 小割生簀での飼育試験は、アオ、アカナマコともに、アカウニとの混養飼育群のほうが、単独飼育群に比べ成長、生残ともよかった。

文 献

- 1) 水産庁・日本栽培漁業協会 (1993) : 平成3年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 455-457.
- 2) 愛知県・大分県・福井県・山口県 (1992) : 平成3年度地域特産種増殖技術開発報告書 (棘皮類).
- 3) 伊藤史郎・川原逸朗 (1993) : マナマコの付着珪藻板飼育による大量生産(予報). 佐賀県栽培漁業センター研究報告, 2, 1-11.
- 4) 崔 相(1963) : なまこの研究. 海文堂, 東京, 226 pp.
- 5) 畑中宏之・中島輝彦・嶋田雅弘 (1991) : 平成2年度地域特産種増殖技術開発報告書 (棘皮類) 福井県.
- 6) 伊藤史郎・川原逸朗・江口泰蔵 (1994) : マナマコの種苗生産 (平成5年度). 佐賀県栽培漁業センター事業報告書, 3, 32-46.