

平成6年度

地域特産種量産放流技術開発事業報告書

棘皮類

(ナマコ)

平成7年3月

石川県水産総合センター

目 次

今期技術開発の方向及び全体計画	石 1
全体計画のフローチャート及び平成6年度のフローチャート	石 1
I 種苗生産技術開発	石 2
1. 産卵誘発	石 2
2. 収容密度調整試験	石 3
3. 餌料試験	石 4
4. 5 m ³ FRP水槽における大量生産試験	石 5
II 放流技術開発	石 7
III 漁獲量調査	石 9

平成5年度までの成果の概要

石川県では、昭和55年から種苗生産技術開発に着手し産卵誘発技術の開発及び稚ナマコまでの種苗生産技術開発を実施してきた。その結果平成2年度では、1mmから2mmまでの稚ナマコを100千個体/m³生産する技術開発に成功した。しかし稚ナマコ以降の餌料及び飼育条件については、未開発のままであった。

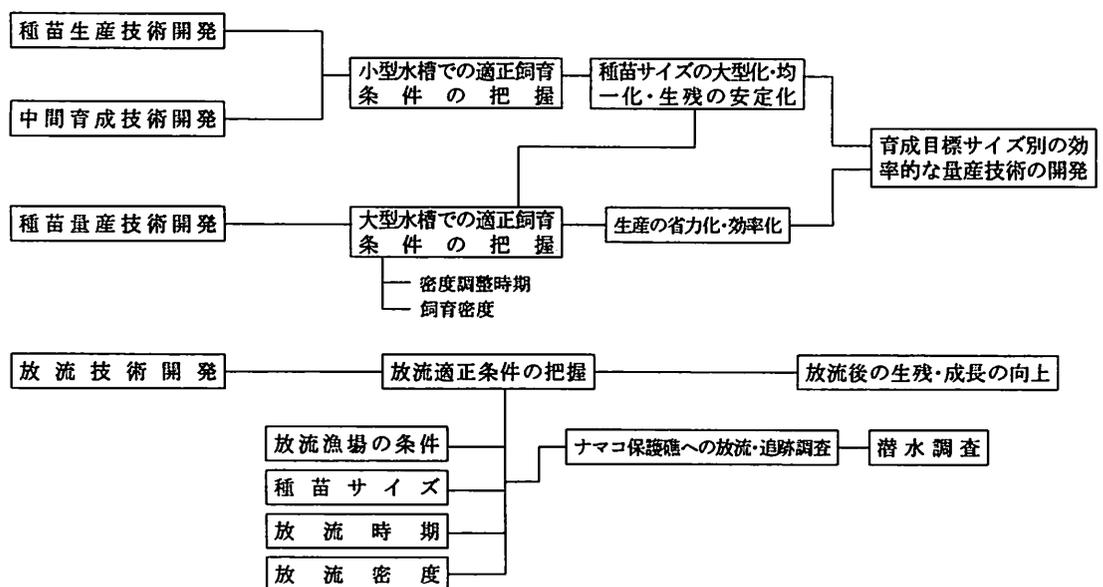
また天然海域におけるナマコの資源生態については、昭和55年から昭和57年に行われた能登半島東部海域総合開発調査で、親ナマコの出現特性及

び浮遊幼生出現時期等、また七尾湾に設置されているナマコ保育場の天然ナマコの着底状況や天然採苗の結果等が調査により明かにされている。本県においてもナマコの資源増大には、地元漁業者の強い要望もあり、地域特産種増殖技術開発事業で開発された種苗生産及び中間育成技術を応用し、地域特産種量産放流技術開発事業の中で、種苗生産から放流までのナマコ栽培漁業についての一貫した調査研究を、本年度から本格的に実施することになった。

●今期開発の方向及び全体計画

項目	調査・技術開発課題	内 容	年 次 計 画			
			6	7	8	9
種 苗 生 産 技 術 開 発	種苗生産技術開発試験	0.5~1m ³ の水槽を用いて、種苗サイズの大型化、均一化、及び生残の安定化を図るため、浮遊期から初期稚ナマコの適正飼育条件(餌料種類、飼育密度等)を検討する。	○	○	○	○
	量産技術開発試験	大型水槽(5m ³)を用いた種苗の効果的な育成技術を開発する。	○	○	○	○
中 間 育 成 技 術 開 発	中間育成技術開発試験	種苗生産に引き続き0.5~1m ³ の水槽を用いて、初期稚ナマコ以降の育成目的サイズ別の適正育成条件を検討する。	○	○	○	○
	量産技術開発試験	大型水槽を用いた5~20mm種苗の効果的な育成条件を検討する。	○	○	○	○
放 流 技 術 開 発	放流適正条件調査	底質や餌料条件または害敵生物の影響を水槽実験を中心として検討する。	○	○	○	○
	放流効果調査	放流マウンドを造成し、潜水による追跡調査を実施することによって、放流効果、移動範囲等を調査する。	○	○	○	○
	漁場特性調査	標本船調査、試験操業により天然の優良漁場を把握し、好適な放流漁場の条件を検討する。また農林統計資料等により地区別の漁獲量変動を調べ、漁場特性の検討資料とする。	○	○	○	○

●全体計画のフローチャート及び平成6年度のフローチャート



I 種苗生産技術開発

【目的】

石川県におけるナマコ種苗生産技術開発は、昭和55年度から着手し産卵誘発技術の開発及び稚ナマコまでの種苗生産技術の開発を実施してきた。その結果平成2年度では、合計6m³の生産水槽により平均体長1.08mmから2.03mmの稚ナマコ653千個体の生産に成功し、目標としていた生産密度100千個体/m³の水準に達した。しかし稚ナマコ以降の餌料及び飼育条件が未開発の状態であった。そのため平成6年度から本事業で放流サイズとして20mm以上を目標とした種苗生産技術の開発を中心として実施することになった。

1. 産卵誘発

【材料及び方法】

親のアオナマコは、平成6年4月23日及び5月18日に以前から親ナマコが多く分布する能登島町箱名入江で潜水によって採集した。採集した親ナマコは、自然産卵を抑制するため13℃の冷却海水の掛け流しによって飼育した。また飼育期間中は無給餌とした。

産卵誘発は、5月17日から5月27日にかけて6回行い、飼育水温から約5℃の加温刺激を与えた。また産卵誘発は、日没後の午後6時から7時にかけて開始し、ほぼ9時頃までに終了とした。

表1 産卵誘発結果

月	日	親の入手方法	誘発回数		平均体重(g) [範囲]	供試数	反応数			誘発数 (%)	産卵数 (万個)
			回数	飼育水温			雄	雌	合計		
5/17		4/23箱名潜水	1	13.0	247.2 [474.4-63.8]	42	3	0	3	7.1	0
5/19		同 上	1	13.1	526.4 [1,013.5-238.3]	30	1	0	1	3.3	0
5/19		5/18箱名潜水	1	15.4	586.4 [1,417.1-309.8]	30	0	0	0	0	0
5/20		同 上	1	13.3	443.0 [810.7-213.9]	30	5	4	9	30.0	1,650
5/20		同 上	2	13.3	602.2 [1,192.8-292.1]	30	1	0	1	3.3	0
5/27		同 上	1	13.3	368.7 [726.7-207.9]	30	10	7	17	56.7	1,464

【結果及び考察】

アオナマコの産卵誘発結果を表1に示した。誘発は30個体～42個体を誘発に用い、5月20日に1,650万個・5月27日に1,464万個の卵を得ることができた。

4月23日に採集し冷却海水で25日間無給餌飼育していた親ナマコは、5月17日の誘発で雄のみ誘発に応じたが雌が誘発されず採卵には至らなかった。5月18日に採集した親ナマコは、採集後の2日後及び7日後のいずれも誘発に応じ、2日後では誘発率30.0%、7日後56.7%と高い誘発率を示した。さらに5月18日に採集した親ナマコを翌日産卵誘発を行い、2日後に再度産卵誘発を行った場合は、低い誘発率を示した。これらのことから産卵誘発に使用する親ナマコは、5月中旬以降に採集し、冷却海水による抑制を行いながら2日～7日程度の馴致期間を設け、その後に産卵誘発を行う方法が適当と考えられる。

5月20日並びに5月27日に採卵されたアオナマ

表2 5月20日の産卵数及び孵化率

個体番号	5月20日採卵 水温(20.6~20.8℃)万個体		
	産卵個数	孵化個体数	孵化率%
1	564	397	70.39
2	579	386	66.67
3	285	166	58.25
4	222	184	82.88
合計	1,650	1,133	

表3 5月27日の産卵数及び孵化率

個体番号	5月27日採卵 水温(20.5~20.8℃)万個体		
	産卵個数	孵化個体数	孵化率%
1	153	86.4	56.47
2	465	230.4	49.55
3	567	156	27.51
4	57	—	—
5	102	—	—
6	66	—	—
7	54	—	—
合計	1,464	472.8	

この採卵数及び孵化率は、表2、表3に示したとおり、5月20日孵化個体数1,135万個体、孵化率58.25～82.88%、5月27日孵化個体数472万個体、孵化率27.51%～56.47%の範囲であった。これらの浮遊幼生は0.5m³ポリカーボネイト水槽で仮飼育後、5月20日採卵分は1m³ポリカーボネイト水槽の収容密度調整試験区及び5m³FRP水槽の量産技術開発試験に、5月27日採卵分は、餌料試験に用いた。

2. 収容密度調整試験

【材料及び方法】

1m³ポリカーボネイト水槽を用いて、種苗サイズの大型化、均一化及び生残の安定化を図るため、浮遊期後期の収容密度を調整して最適な収容密度を求める目的で試験を実施した。

密度の調整は、浮遊期後期に各2槽ずつ、4、8、16、32万個体/m³となるように減水して行い、同時に1水槽当たり200枚のポリカーボネイト波板(30*40cm20枚1組としたホルダーを1段5個とし2段収容)を収容した。

浮遊幼生から稚ナマコへの変態促進及び稚ナマコの初期餌料として使用した波板の付着珪藻付けは、採苗に使用する1カ月前から濾過海水の流水下で培養を開始した。栄養塩は、海水1m³当たり硫酸アンモニウム：100g、過リン酸石灰：15g、

クレワット32：5g、メタ珪酸ナトリウム：45gを1週間に1回3～4m³分、穴の開いたバケツから自然に拡散するようにして添加した。また付着器の波板投入の1週間前と投入前日には、コペポーダの繁殖を防ぐため、トリクロロン製剤として農業用デープレックス乳剤50%(三笠化学工業株式会社)を有効濃度で1ppmとなるように添加した。通気は、直径3cmのエアーストンをういて水槽底面から行った。

飼育方法は、表4に示したとおり、採卵から4日目まで5個体/mlで仮飼育し、その後0.5個体/mlとし本飼育に移した。浮遊幼生期の餌料は、仮飼育では*Pavlova lutheri*(以下パプロバ)を5,000cell/mlを、本飼育では、10日目まで*Chaetoceros gracilis*(以下グラシリス)5,000cell・パプロバ5,000cell/mlを、それ以降は、グラシリス10,000cell/ml・パプロバ5,000cell/mlを毎日1回与えた。換水は、1ミクロンのカートリッジフィルターで濾過した海水を1/4回転/日程度の微流水とした。

密度調整後の給餌は、付着器投入後から5日目までグラシリス及びパプロバを継続して給餌し、併せてリビックを1g/m³を基準として与えた。また2mm以降の稚ナマコ飼育も継続して同一水槽で行い、取り揚げまで継続飼育を行った。この間の給餌は、リビックを1-10g/m³の範囲で、残餌ができないように調節して与えた。

表4 給餌量及び種苗生産工程

受精卵収容	仮飼育	5個体/mlで収容	0.5m ³ ポリカーボネイト水槽使用
3日目まで継続飼育	給餌	パプロバ5,000cell/ml	空調室22℃設定
4日目本飼育	給餌	0.5個体/mlで収容	
10日目	給餌	グラシリス 5,000cell/ml パプロバ 5,000cell/ml	
付着器投入	給餌	投入した日から5日間 グラシリス 10,000cell/ml パプロバ 5,000cell/ml リビック 1g/m ³	・波板セット 5m ³ FRP 20セット 1m ³ ポリカーボネイト 10セット
稚ナマコ飼育	給餌	リビック 残餌ができないようにリビックを給餌 1g～10g/m ³	・微流水 ・デープレックス 1ppm10日毎に実施

【結果及び考察】

表5に1m³ポリカーボネイト水槽における収容密度試験の結果を示した。5月24日に1m³ポリカーボネイト水槽1面当たり50万個体を仮飼育から移槽し、試験を開始した。浮遊幼生期の生残率は、30～

88%、平均57.6%と各水槽毎にかなりばらつきが見られた。またドロオウリア出現率も同一日に測定したにもかかわらず7.9%～70.4%と相違が見られた。これらの原因は、多量の餌料が口器に詰まり成長が停滞する個体が多く見られたことから、生

表5 収容密度別試験結果

使用生産水槽	収容時		浮遊幼生後期			収容密度調整			飼育終了時			
	月 日	幼生数 (日令)	月 日 (万個体)	生存数 (日令)	生存率(%) (万個体)	ドリオラリア 出現率	月日	個体数 (万個体)	月 日	生存数 (個体)	生存率 (%)	平均体長 (mm)
ポリカーボネイト-1	5/24(4)	50	6/7(18)	42.5	85.0	7.9	6/7	32.0	9/6(109)	5,400	1.69	6.17
ポリカーボネイト-2	5/24(4)	50	6/7(18)	44.0	88.0	14.5	6/7	32.0	9/6(109)	3,800	1.19	6.19
ポリカーボネイト-3	5/24(4)	50	6/7(18)	22.5	45.0	19.6	6/7	16.0	9/6(109)	11,300	7.06	4.21
ポリカーボネイト-4	5/24(4)	50	6/7(18)	29.0	58.0	15.1	6/7	16.0	9/6(109)	8,100	5.06	4.11
ポリカーボネイト-5	5/24(4)	50	6/7(18)	29.0	58.0	12.0	6/7	8.0	9/6(109)	4,600	5.75	5.38
ポリカーボネイト-6	5/24(4)	50	6/7(18)	28.0	56.0	70.4	6/7	8.0	9/6(109)	4,800	6.00	4.56
ポリカーボネイト-7	5/24(4)	50	6/7(18)	20.5	41.0	14.3	6/7	4.0	9/7(110)	3,800	9.50	5.42
ポリカーボネイト-8	5/24(4)	50	6/7(18)	15.0	30.0	12.5	6/7	4.0	9/7(110)	3,800	9.50	5.06
		400		230.5	57.6			120.0		45,600	3.80	

残個体数と給餌量の調節がうまくいかなかったことが、成長の遅れや生残率の低下につながったものと考えられる。

収容密度の調節は、6月7日(飼育開始14日目)に行い、同時に波板の投入を行った。その後リビックの給餌を開始し、9月7日まで109日~110日間の継続飼育を行った。その結果生残率は、1.69%~9.50%と収容密度が高いほど生残率が低い傾向を示し、取り揚げ時の平均全長は4.11mm~6.19mmの範囲で、生残数との相関は見られなかった。しかし、図1に示した体長分布の標準偏差は、32万区3.05mm~4.13mm、16万区2.35mm~2.59mm、8万区3.31mm~2.50mm、4万区3.86mm~3.70mmと16万区が最も体長組成が均一となる結果となった。また生残個体数も16万区が最も多い結果となっている。

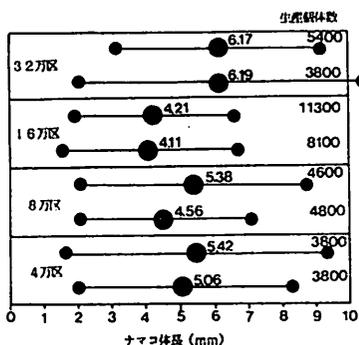


図1 収容密度試験の体長組成と生産個体数の関係

今回の試験結果では、1 m³ポリカーボネイト水槽に波板200枚を収容した生産水槽における適切な後期浮遊幼生の収容量は16万個体付近であり、5mmサイズの稚ナマコ1万尾が生産できることになる。しかし稚ナマコ飼育の過程では、水槽壁面

や底面の稚ナマコがへい死し、波板上の稚ナマコが生残する傾向が見られる。これは餌となるリビック粒子が沈澱する場所に付着している稚ナマコのみが成育するものと考えられる。したがって、稚ナマコを効率的に大量に生産するためには、単位生産量を向上させる必要があり、そのためには付着器とその設置の方法について、さらに検討することが必要であると思われる。

3. 餌料試験

【材料及び方法】

5月27日に採卵した浮遊幼生を使用して0.5m³ポリカーボネイト水槽による餌料試験を行った。餌料区分は、パプロバ単独区、グラシリス+パプロバ区、淡水濃縮クロレラ区(日本クロレラ株式会社製マリンアルファ)とし、各2槽・4槽・2槽の試験区を設定した。試験区の給餌規準は、表6に示した。なお試験に用いた浮遊幼生は8日目まで仮飼育を行い、この期間はパプロバを5,000cell/mlの基準で毎日与えた。

飼育試験は、空調室で25℃の条件で弱い通気を施した。また空調室は、自然光を遮り作業時のみ照明を行うようにした。

【結果及び考察】

表7に餌料試験結果を示した。

パプロバを給餌していた期間は順調な成長を示したが、その後試験を開始してから成長が停滞し、平均体長では逆に縮小する結果となった。顕微鏡

観察では、口器に餌のグラシリスが詰まり空胃となっている個体が多く見られたことから、これらの成長不良の原因は給餌量の調節がうまくいかなかったためと考えられる。濃縮クロレラ試験区は、試験区全体が成長停滞している中で最も成績が悪い結果となった。これは淡水濃縮クロレラは、ナンクロロプシスと比較して栄養成分の脂肪酸の含有量に大きな相違があることから、栄養的に欠陥がありナマコの餌としては使用出来ないものと思われる。

表7 餌料試験結果

(ミクロン)							
水槽番号	餌区分	項目	5/31	6/5	6/8	6/13	備考
NO.1		平均全長	554	782	736	686	生存率66%
		最大全長	640	880	840	820	
		最小全長	400	680	500	600	
NO.2	グラシリス +バプロバ	平均全長	554	782	659	600	生存率68%
		最大全長	640	880	780	800	
		最小全長	400	680	480	480	
NO.3		平均全長	554	782	759	622	生存率20%
		最大全長	640	880	840	720	
		最小全長	400	680	560	440	
NO.4		平均全長	554	782	668	569	生存率38%
		最大全長	640	880	780	700	
		最小全長	400	680	520	420	
NO.5	グラシリス	平均全長	554	782	773		生存率0%
		最大全長	640	880	860		
		最小全長	400	680	600		
NO.6		平均全長	554	782	708	577	生存率56%
		最大全長	640	880	840	660	
		最小全長	400	680	400	420	
NO.7	濃縮 クロレラ	平均全長	554	782	561	527	生存率60%
		最大全長	640	880	680	620	
		最小全長	400	680	360	440	
NO.8		平均全長	554	782	589		生存率0%
		最大全長	640	880	720		
		最小全長	400	680	460		

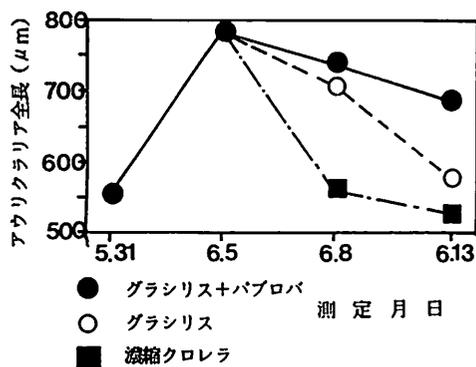


図2 餌料試験区の平均体重の推移

表6 餌料試験区給餌基準

バプロバ+ グラシリス区	バプロバ 5,000cell/ml グラシリス 5,000cell/ml
グラシリス区	グラシリス 5,000cell/ml
濃縮クロレラ区	1ml/5001

4. 5 m³FRP水槽における大量生産試験

【材料及び方法】

5月27日に採卵した浮遊幼生を使用して、5 m³FRP水槽2面による大量生産試験を開始した。給餌量等の飼育条件は、1 m³ポリカーボネイト水槽の密度調整試験区と同様であり、付着器として珪藻付けしたポリカーボネイト波板400枚(20組)を投入した。また6月7日に密度調整試験区の余剰になった後期浮遊幼生を5 m³FRP-3に収容し、継続飼育を行った。

【結果及び考察】

表8に5 m³FRP水槽の生産結果を示した。5 m³FRP-1、5 m³FRP-2は、7月21日(62日令)と7月25日に0.25%のKCl麻酔により剥離しナイロン亀甲紗のタモ網を使用して、大群と小群に選別した。5 m³FRP-1水槽の生産結果は、大群83,200個体、小群71,400個体、合計154,600個体で、平均体長はそれぞれ5.42mm、1.62mmであった。また収容した浮遊幼生からの生残率は、10.31%であった。

5 m³FRP-2の生産結果は、大群58,900個体、小群177,900個体、合計236,800個体で、平均体長は、それぞれ4.61mm、1.29mmであった。浮遊幼生からの生残率は、15.79%であった。

大群の生産率は、5 m³FRP-1で5.5%、5 m³FRP-2で3.9%であり、生残率の高い生産水槽が大群の生産率が低い値を示した。また浮遊幼生から5mmまでの生残率では、10.31%及び15.79%でほぼ当初計画を満足できる結果となった。

選別した稚ナマコは、大群と小群の群別に5 m³FRP水槽4面で継続飼育を行った。9月7日(日令110日)の大群を再収容した5 m³FRP水槽の取り揚げ結果は、5 m³FRP-1で生残個体数25,700個体、生残率43.63%、平均体長5.60mm、5 m³FRP-4で生残個体数26,900個体、生残率32.33%、平均体長3.84mmであった。

5 m³FRP-1では、再収容時の平均体長が4.61mmで、44日間の継続飼育で平均体長5.60mmと成長したが、その間の成長量は、1mm程度と著しく劣り、5 m³FRP-4では、再収容時の平均体長が5.42mmであったが、3.84mmと1.5mm程度小さくなっている。さらに小群の5 m³FRP-2では、再収容時に1.29mmであったが4.37mmと3.1mm成長したが、生残率が極めて低い結果となった。継続飼育分と5 m³FRP-1の小群の71,400個体を加えた5 m³FRP-3の生

産結果においても、生残個体数28,500個体、平均体長3.98mmと、収容個体数が多い割には生残個体数が少ない結果となっている。

5mm以上のサイズにおける生残率は、通常80%以上が見込まれるが、今回の生産結果では大群で32.33%及び43.63%、小群で5.40%の極めて低い成績であった。この理由として、

- 1)再収容後のナマコが活発な摂餌活動を示さない、「いじけ」た状態となった。
- 2)摂餌活動が不調なため、給餌過多となり飼育水に濁りが生じた。
- 3)再収容後に縮んだ死亡個体が見られたことから、

KCl麻酔を行った影響や、剥離や選別作業の障害によるへい死が多かった。

- 4)例年のない猛暑のため、ほぼ止水状況である飼育水の温度が30℃を越え、このような状況が長期に渡った。
が考えられる。

また5m³FRP水槽の生残個体数は、いずれの生産水槽も25,000個体の近傍にあることから、今回の飼育条件下(波板400枚/槽(20組))を収容)では、5mmサイズの稚ナマコ25,000個体前後(波板1枚当たり65個体)が最大生産個体数であったと思われる。

表8 5m³FRP水槽における大量生産試験結果

使用生産水槽	収容時		浮遊幼生後期				分 槽				
	月日 (日令)	幼生数 (万個体)	月日 (日令)	生残数 (万個体)	生残率 (%)	ドリオラリア 出現率	月日 (日令)	水槽番号	生残数 (万個)	生残率 (%)	平均体長 (mm)
5m ³ FRP-1	5/25(5)	150	6/4(15)	104.0	69.3	28.0	7/21(62)	5mFRP-4	83,200	10.31	5.42
							7/21(62)	5mFRP-3	71,400		1.65
5m ³ FRP-2	5/25(5)	150	6/4(15)	83.5	55.6	36.1	7/25(66)	5mFRP-1	58,900	15.79	4.61
							7/25(66)	5mFRP-2	177,900		1.29
5m ³ FRP-3	1m ³ ポリカーボネイト-1~6より		6/7(18)	83.0	-	-	継続飼育				

使用生産水槽	収容種苗の種類		収 容 時			終 了 時				
			月日 (日令)	収容個体数 (個体)	平均全長 (mm)	月日 (日令)	生残数 (個体)	生残率 (%)	平均体長 (mm)	
5m ³ FRP-1	5m ³ FRP-2	大群	7/25(66)	58,900	4.61	9/7(110)	25,700	43.63	5.60	
5m ³ FRP-2	5m ³ FRP-2	小群	7/25(66)	177,900	1.29	9/7(110)	9,600	5.40	4.37	
5m ³ FRP-3	継続飼育分+ 5m ³ FRP-1	小群	継続飼育 7/21(62)	71,400	1.65	9/7(110)	28,500	-	3.98	
5m ³ FRP-4	5m ³ FRP-1	大群	7/21(62)	83,200	5.42	9/7(110)	26,900	32.33	3.84	
							90.700			

II 放流技術開発

【目的】

優良なナマコ漁場である七尾西湾ではカキ養殖が盛んである。カキ垂下連にはしばしば多数の稚ナマコの付着がみられるほか、カキ養殖場の海底では垂下連に沿って堆積するカキ殻に高い頻度でナマコの分布が観察される。そこで、本年度は稚ナマコの良い付着基質と考えられるカキ殻と生カキを用いた放流実験礁を設置し、実験礁への種苗放流と種苗の生残、移動状況の追跡を試みた。

【材料および方法】

能登半島東岸の七尾北湾に面した穴水町新崎地先の図3に示す区域を調査海域に設定した。調査海域は小島東岸の水深1m以浅の海域で、底質は拳大の転石が主体である。調査海域の沖側はアマモの繁茂する砂泥底が続いている。

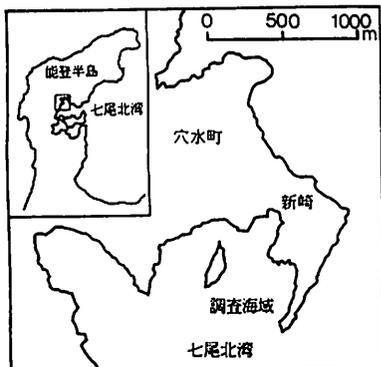


図3 調査位置

放流実験礁はカキ殻を詰めた角型のプラスチック製かご(縦40cm、横60cm、高さ20cm)を平面に70個(7列×10行)並べたもので、大きさは4.2m×4mである。これらを調査海域内の水深0.5~1mの地点に約20m間隔で2基設置した。このうち、一方の実験礁には、稚ナマコの滞留促進効果を調べるためカキ殻上に生カキを散布した。また波浪による破損を防ぐため、各実験礁の上面にカバーネットを設置した。放流種苗(平均体長4.6mm)は、9月16日に酸素を封入したビニール袋に収容して現地まで輸送し、各実験礁あたり4万個体を礁上の4箇所に放流した。実験礁での追跡調査は、放流3(4)日後の9月19(20)日と放流28日後の10月14日に実施した。調査は、かごを対角線上に順に取り上げて、かご内のすべてのカキ殻に付着する

ナマコを計数する方法で実施した。放流実験礁は10月22日に波浪のため流失し、調査海域内の小島の波打ち際にカキ殻が打ち上げられる結果となった。このため、12月12日には各礁の設置箇所周辺を潜水して稚ナマコの残存、生育状態を調査した。

【結果および考察】

実験礁における残存個体数の追跡調査結果を表9と図4に示した。種苗はカキ殻内面の殻頂部や混在するムラサキイガイの殻内、足糸に多く付着していた。

残存個体数は2回の調査回ともカキ殻+生カキ区がカキ殻区を大幅に上回る結果が得られた。しかし、残存個体数の減少は両区とも極めて急速であり、放流28日後の10月14日には1かごあたりの平均残存個体数が、カキ殻区で0.9個体、カキ殻+生カキ区で36個体と大幅に減少した。

表9 放流実験礁における追跡調査結果

試験区	9月19(20)日		10月14日	
	区画数	総再捕数(平均)	区画数	総再捕数(平均)
カキ殻区	8	557(69.6)	9	8(0.9)
カキ殻+生カキ区	8	1,947(243.4)	10	360(36.0)

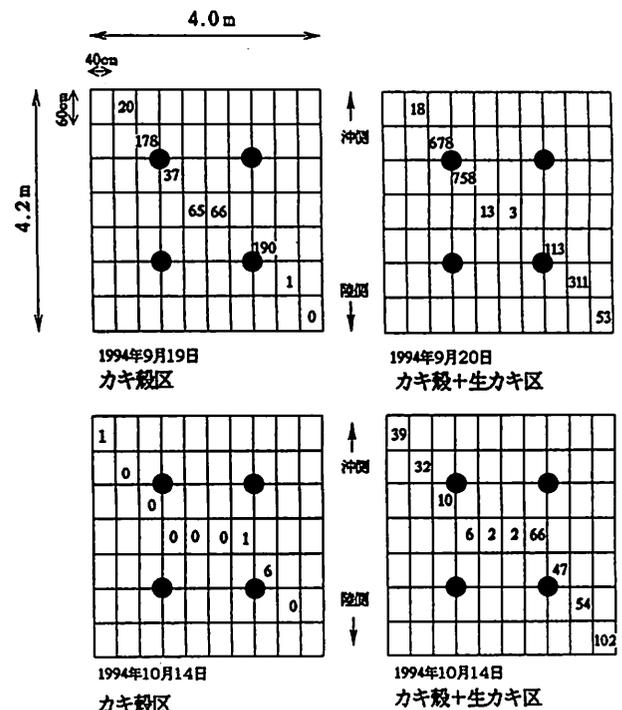


図4 放流実験礁における稚ナマコの分布

●：種苗放流箇所

1かごあたりの平均残存個体数を礁全体(70かご)に引き伸ばすと、放流28日後の総残存個体数はカキ殻区で63個体、カキ殻+生カキ区で2,520個体となり、放流個体数に対する残存割合はカキ殻区で0.2%、カキ殻+生カキ区で6.3%と算定された。残存個体数の急速な減少要因の1つに考えられる種苗の礁外への移動については、各調査時に実施した礁周縁部での潜水観察で確認された個体数が極めて少ないことから可能性は低いものと考えられる。一方、カキ殻+生カキ区の残存個体数の分布を対比すると、10月14日の調査時点では残存個体数の集中分布の程度の低下がうかがわれる。このことは、礁内での種苗の移動を示唆するものと考えられる。

食害については、実験礁への蛸集が確認されたものは、イシガニ、アミメハギ、ハゼ類が主体であり、これらによる食害の可能性は低いと考えられる。しかし、当海域には多数生息するウミタナゴ、クロダイによる食害の可能性は否定できず、食害生物の確認は今後の課題である。

以上のほかには、9月19日の調査時に確認された種苗の多くに色素の脱出や体表の溶解、これにともなうと思われる活力の低下が観察されており、これに起因するへい死が減少要因となった可能性が考えられる。これらは、生産水槽から種苗を剥離する際の傷害によるものと考えられ、出荷時の種苗の取扱い方法を今後再検討する必要がある。放流種苗の体長組成の推移を図5に示した。

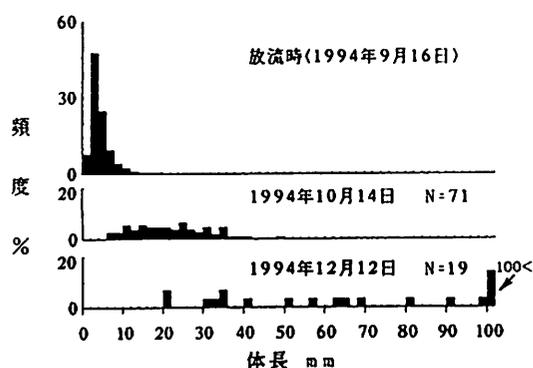


図5 放流ナマコの体長組成の推移

放流時体長は0.9~39.8mmと広い範囲にあるが、3mm前後に明瞭なモードが認められたことが特徴である。しかし、28日後の10月14日の組成は6.1~49.5mmと放流時と同様に広い範囲にあるものの、モードは不明瞭で放流時のモードが移行した形跡が認められなかった。このことは、ナマコの成長

差が大きいことを考慮しても、放流個体の主体となった3mm前後の小型個体が大幅に減少した可能性を示唆するものと考えられる。実験礁流失後の12月12日の調査では放流ナマコと推定される19個体が礁付近の転石の裏、転石の間隙、転石に着生した海藻の基部から発見された。これらの体長範囲は21.0~155.2mmと10月の結果と比較して大幅に拡大していた。

以上のとおり、本年度は波浪による実験礁の流失のため、実験礁の放流種苗を長期的に追跡することができなかったが、礁内に放流した種苗の残存数は放流後極めて急速に減少することが確認された。次年度の調査では、施設の耐波浪性の向上と放流種苗の取扱いに留意したうえで、再度同様の設定で放流追跡調査を実施し、種苗の減少要因、移動、成長について知見を収集したい。

Ⅲ 漁獲量調査

七尾湾のナマコ漁獲量は、1970年から1973年に1000トンを上回る漁獲量を示した。その後1978年と1984年に1000トン前後まで回復するが、全体的に減少傾向を示し、1990年で397トンと落ち込み1991年から1993年までは450トン前後で推移している。

地区別の漁獲量では、漁獲努力量にもよるが図6に示したとおり島西部が最も多く、ついで島東部、田鶴浜、穴水湾の順に少なくなっている。

地区別の漁獲量変動の大きい地区は、七尾地区であり、ついで島西部、島東部となっている。逆に

表10 七尾湾におけるナマコ漁獲量

年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
鶺の浜	11	21	9	28	8	18	15	9	15	17	16	22	19
七尾	22	13	16	86	281	87	40	35	22	40	31	30	46
田鶴浜	178	100	143										
西湾				1	1	3	3						
西岸	12	5	5	136	119	104	156	92	146	129	90	81	89
島東部	152	179	192	61	39	81	78	66	63	78	95	60	50
島西部	545	655	790	586	303	370	489	444	622	512	479	387	421
穴水湾	123	74	74	70	34	49	93	167	187	111	135	113	106
甲	68	22	43	39	5	3	4	5	17	25	33	30	23
合計	1,111	1,069	1,272	1,007	790	715	878	818	1,072	912	879	723	754

年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	合計	標準偏差	平均
鶺の浜	19	17	14	20	15	15	9	7	10	9	10	353	5	15
七尾	56	95	47	62	57	54	40	32	34	36	40	1,302	52	54
田鶴浜												421	32	140
西湾												8	1	2
西岸	88	70	51	62	37	50	39	32	33	44	31	1,701	44	71
島東部	78	495	518	448	345	299	168	151	248	240	275	4,459	142	186
島西部	495	82	99	108	68	59	45	24	26	27	19	7,655	242	319
穴水湾	122	137	103	107	99	80	82	74	82	88	76	2,386	34	99
甲	31	35	25	15	11	16	14	16	19	14	10	523	15	22
合計	889	931	857	822	632	573	397	336	452	458	461	18,808	240	784

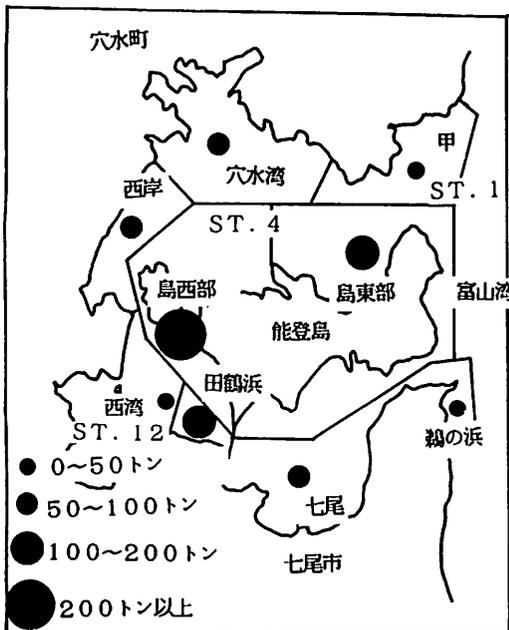


図6 地区別平均漁獲量

安定して漁獲される地区は、鶺の浜、穴水湾地区である。

また七尾湾全体の漁獲量は、地区の変動幅よりも少ない傾向を示している。これらのことから七尾湾のナマコ漁獲量は、全体に減少傾向であり最も漁獲量の多い島西部及び島東部の漁獲量によって影響を受けている。

また穴水湾地区や鶺の浜は、漁獲努力量の大きさにも影響されると考えられるが、比較的安定した漁獲量を示し、ナマコ漁獲量が海況の影響を受けにくい地区である可能性を持っている。さらに七尾湾全体の漁獲量の変動幅が地区の漁獲量変動幅よりも小さい傾向を示すことは、その年によって平年より漁獲量の多い地区と少ない地区が混在し、全体の変動幅を小さくしていることが伺える。

七尾湾全体のナマコ漁獲量と輪島気象台による年間降水量を図7に示した。

降水量は、年間2000mmから2400mm程度で推移し

ているが、ナマコの漁獲量との相関は見あたらない。さらにナマコ漁獲量が全体に減少傾向にあることから、一次回帰による偏差との相関も検討したが、年間降水量との関係を見出すことはできなかった。

水温変動は、石川県増殖試験場の内湾観測資料を解析し、図8に示した。

解析は、1970年から1993年までの月1回の内湾観測資料の内、七尾湾の代表点3点の水深10m観測値を、西湾については5mの観測値を用い、1970年から1993年までの観測値の平均的な傾向をSINカーブで近似した。ついで近似値と観測値からの偏差を求め、3次スプライン補完による偏差処理を行った。また季節変動を小さくする目的で365

日の平均移動を行った。

ナマコ漁獲量と水温の変化では、1972年から1973年及び1977年から1978年、1983年から1984年にかけての水温が高い傾向にある場合、漁獲量が多い傾向が見られ、さらに水温が低い1975年から1976年及び1981年から1982年にかけては漁獲量が少ない傾向があるようにみることできる。

ナマコ漁獲量と水温の関係で年間を通した全般的な傾向と比較対象して検討したが、本来夏季の高水温の水温値と継続期間や時期、さらに低水温の期間や時期がナマコの成育や生残率に大きな影響を与えているものと考えられる。また水温変動に伴う競合生物や外敵生物の資源変動との関係も無視出来ないものと考えられる。

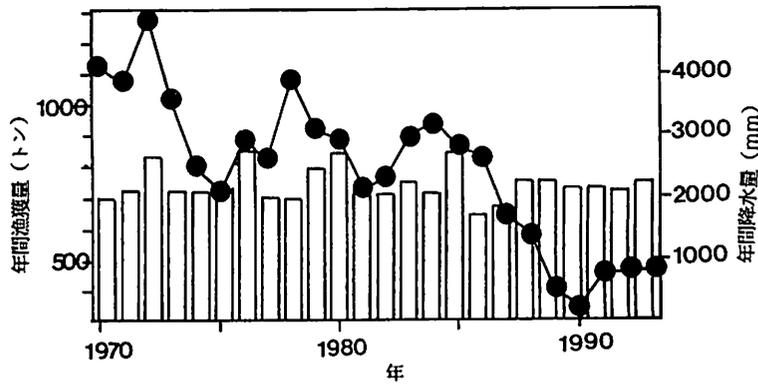


図7 ナマコ漁獲量と年間降水量

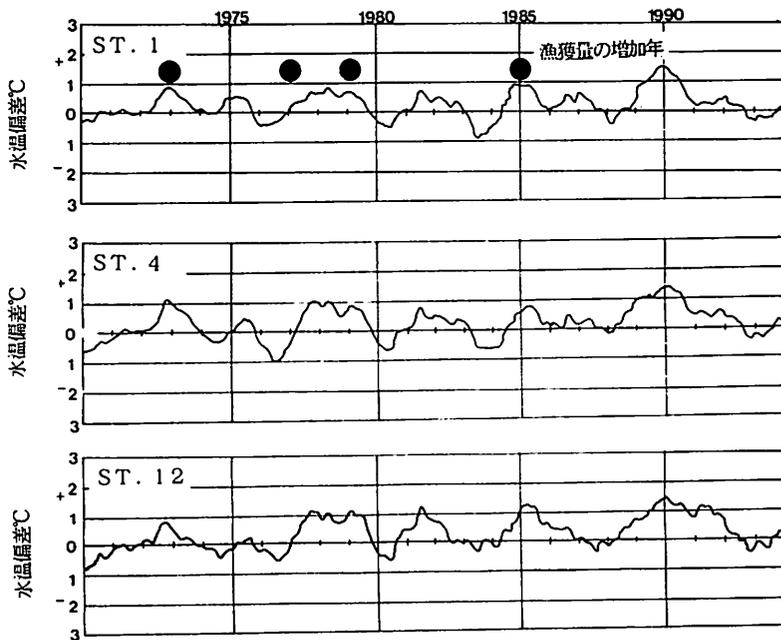


図8 七尾湾の年間水温の変動傾向とナマコ漁獲量の増加年