

ナマコ幼生期の飼育餌料の検討

池田善平・植木範行・草加耕司

Effects of Various Diet on the Larvae of Sea Cucumber *Stichopus japonicus*

Zenpei IKEDA, Noriyuki UEKI, and Koji KUSAKA

マナマコ *Stichopus japonicus* の幼生飼育時の餌料である *Chaetoceros* sp. (以下キートという) の代替餌料として、市販の粉ミルク、マリンΩA、及びリビックBWを単独あるいは組み合わせて与えて幼生の飼育試験を行った。その結果について報告する。

材料と方法

試験は、4月18日から5月13日までの25日間と5月30日から6月21日までの22日間の2回、餌料の種類を変えて実施した。

餌料は1回目がキート、冷凍珪藻、粉ミルク(明治乳業K. K.商品名; 明治ステッパ-ハイ)、マリンΩA* (日清ファインケミカルK. K.径2~5 μm) の4種類、2回目が粉ミルクとリビックBW(理研ビタミンK. K.目合い70 μmのふるいを通した海藻粉末) の2種類で、餌料系列や投与量は図1に示した。

キート、冷凍珪藻、及びミルクの3種類の餌料は前報²⁾と同じ方法で投与した。マリンΩAは原液を海水で100倍に希釈して与えた。投餌濃度は3段階とし、アウリクラリア期には飼育水1 ml 当たり1.0, 3.0, 及び 9.0×10^4 細胞、ドリオラリア以降は各濃度区ともその3倍量とした。リビックBWは海水とともにミキサーで1分程度攪拌してから与えた。

飼育水槽は30 l 容ポリカーボネート水槽(水量25 l)とし、それに受精2日後のアウリクラリアを 12.5×10^3 個体収容した。事故で飼育を中止した一部の区を除いて、各試験区とも3水槽とし、水槽間の水温差をなくすために、それらをウォーターバスにつけ込んだ。ウォーターバスは2槽用い、各区とも2水槽(No.1と2)と1水槽(No.3)に分けた。

飼育水には口径0.5 μmのろ過器(日本ろ水機工業K. K.S-81型)を通した海水を用い、原則としてドリオラ

リア期以降は隔日に飼育水の1/3量を換水した。しかし、前年度¹⁾の試験のミルク区は飼育水中に増殖した原生動物が幼生の餌料となった可能性があったため、その増殖を抑える目的で飼育水の全量を毎日換水する水槽も設けた。また、その対照区であるキート+冷凍珪藻区にも、同様に飼育水の全量を毎日換水する水槽を設けた。

通気は内径3 mmのガラス管1本を用いて弱く行った。水槽上は黒色ビニールシートで覆い、遮光した。

なお、飼育途中の生残率はサイフォンを用いて採水した飼育水1 l 中の幼生を全数計数して推定した。ミルク区の飼育水中の原生動物数は毎朝換水直前にピペットで採水し、その0.01 ml 中の細胞数を計数して推定した。また、体長は30個体、体重は100個体程度を測定してその平均値で表した。

結果と考察

1回目試験 生残率の経過を表1に示した。飼育5日後まではすべての区で、100%に近い生残率を示した。しかし、9日後にはキート+冷凍珪藻-1区の2水槽で生残率が低下した。また、マリンΩA-1~3区でも生残率が低下した水槽が多く、マリンΩA-1区の1水槽、同-2区の2水槽、及び同-3区の2水槽は幼生がほぼ全滅していた。飼育25日後の取り上げ時の生残率はミルク-1区と2区が最も高かった。ただし、毎日飼育水の全量を換水していたミルク-2区の生残個体はすべてアウリクラリアのまま、変態が進まなかった。次に生残率が高かったのはキート+冷凍珪藻-1区と2区であった。キート+冷凍珪藻-1区と2区の生残率を比べると、1区が2.0%, 7.0%, 及び0.8%であるのに対し、2区は32.5%と8.3%で、2区の生残率が高いことから、ドリオラリア以降は隔日に飼育水を換水するよりも、毎日換水した方が生残率が高いと思われた。マリンΩA-1,

表1 生残率の経過 (1回目試験)

餌料種類	水槽 No.	生存個体数 (%)				飼育水温 (°C)
		開始日	5日後	9日後	25日後	
キート+冷凍珪藻-1	1	100.0	126.6	112.5	2.0	17.8~19.6*
	2	"	96.0	42.5	7.2	"
	3	"	98.4	20.0	0.8	17.4~19.0
キート+冷凍珪藻-2 (毎日換水)	1	"	102.8	97.5	31.5	17.8~19.6
	2	"	94.2	110.0	8.3	"
ミルク-1	1	"	81.2	107.5	82.4	17.8~19.6
	2	"	96.0	97.5	63.1	"
	3	"	94.8	100.0	7.6	17.4~19.0
ミルク-2 (毎日換水)	1	"	92.4	72.5	40.3	17.8~19.6
	2	"	101.6	107.5	24.0	"
マリンΩA-1 (1万→2万細胞/1ml)	1	"	99.6	1.5	0.0	17.8~19.6
	2	"	96.6	85.0	3.6	"
	3	"	92.0	65.0	0.0	17.4~19.0
マリンΩA-2 (3万→6万細胞/1ml)	1	"	113.2	0.0	0.0	17.8~19.6
	2	"	100.2	100.0	7.0	"
	3	"	90.2	0.0	0.0	17.4~19.0
マリンΩA-3 (9万→18万細胞/1ml)	1	"	98.0	92.5	9.4	17.8~19.6
	2	"	88.6	2.5	0.0	"
	3	"	98.8	2.5	0.0	17.4~19.0

* 他区の水槽の水温も同じ。(以下同じ)

表2 アウリクラリアの体長 (1回目試験)

餌料種類	水槽 No.	体長 (μm)		平均水温*1 (°C)
		飼育開始日	飼育9日後	
キート+冷凍珪藻-1	1	402.3±9.41*2	701.4±19.3	18.4
	2	"	739.4±15.1	"
	3	"	647.5±18.2	18.3
キート+冷凍珪藻-2 (毎日換水)	1	"	592.7±13.4	18.4
	2	"	575.9±15.6	"
ミルク-1	1	"	592.6±21.4	18.4
	2	"	625.4±13.2	"
	3	"	605.1±16.5	18.3
ミルク-2 (毎日換水)	1	"	485.0±12.8	18.4
	2	"	469.1±13.2	"
マリンΩA-1 (1万→2万細胞/1ml)	1	"	-	18.4
	2	"	586.5±12.3	"
	3	"	571.5±14.6	18.3
マリンΩA-2 (3万→6万細胞/1ml)	1	"	-	18.4
	2	"	662.5±17.6	"
	3	"	-	18.3
マリンΩA-3 (9万→18万細胞/1ml)	1	"	623.6±19.9	18.4
	2	"	-	"
	3	"	-	18.3

* 1 飼育8日後までの平均水温。

* 2 平均体長と95%信頼区間。(以下同じ)

表3 飼育12日後の各幼生の割合（1回目試験）

餌料種類	水槽 No.	幼生の割合(%)		平均水温* (°C)
		アウリ	ドリオ	
キート+冷凍珪藻-1	1	38.8	61.2	18.4
	2	51.8	48.2	"
	3	66.7	33.3	18.3
キート+冷凍珪藻-2 (毎日換水)	1	44.4	55.6	18.4
	2	52.9	47.1	"
ミルク-1	1	100.0	0.0	18.4
	2	100.0	0.0	"
	3	100.0	0.0	18.3
ミルク-2 (毎日換水)	1	100.0	0.0	18.4
	2	100.0	0.0	"
マリンΩA-1 (1万→2万細胞/1ml)	1	0.0	0.0	18.4
	2	100.0	0.0	"
	3	0.0	0.0	18.3
マリンΩA-2 (3万→6万細胞/1ml)	1	0.0	0.0	18.4
	2	100.0	0.0	"
	3	0.0	0.0	18.3
マリンΩA-3 (9万→18万細胞/1ml)	1	100.0	0.0	18.4
	2	0.0	0.0	"
	3	0.0	0.0	18.3

* 1 飼育11日後までの平均水温。

2, 及び3区では3区とも1水槽生残しただけで, その生残率は低かった。

成長の経過を表2~4に示した。飼育9日後のアウリクラリアの体長はキート+冷凍珪藻区が最も大きかった。すべての水槽の体長について, ウォーターバス別に, 分散分析法による平均値の検定を行ったところ, 有意水準95%でキート+冷凍珪藻区3水槽の体長は他区の全ての体長に対して有意の差が認められた。また, 飼育12日後に幼生がドリオリアに変態していたのはキート+冷凍珪藻の2水槽のみであった。これらのことから, 従来餌料として用いているキートを与えた方が, 市販のミルクやマリンΩAを与えたより幼生の成長は良いと考えられた。

ミルク-1区と2区の各1水槽における飼育水に増殖していた原生動物(主に, 体長数 μm の鞭毛虫類)の細胞数の増減経過を図2に示した。ドリオリア期以降隔日に飼育水の1/3量を換水していた1区では, 原生動物の細胞数は飼育4, 5日後と13, 14日後をピークとする2回の増加がみられ, 飼育水1ml当たりの密度は最高4,400細胞で, 4,000細胞を越える日がかかなり多かった。これに対し, 毎日飼育水の全量を換水していた2区では

表4 取り上げ日のナマコの体長と各幼生の割合（1回目試験）

餌料種類	水槽 No.	体長 (μm)	幼生の割合(%)			平均水温*1 (°C)
			アウリ	ドリオペンタ*2	ナマコ	
キート+冷凍珪藻-1	1	541.5±32.4	0.0	5.0	95.0	18.5
	2	567.1±32.7	0.0	1.2	98.8	"
	3	496.4±34.9	2.0	19.4	78.6	18.4
キート+冷凍珪藻-2 (毎日換水)	1	422.7±40.8	2.0	0.0	98.0	18.5
	2	378.1±42.0	2.0	0.0	98.0	"
ミルク-1	1	420.5±18.3	3.0	18.0	79.0	18.5
	2	438.1±26.3	1.4	3.8	94.8	"
	3	391.3±24.2	0.0	19.6	80.4	18.4
ミルク-2 (毎日換水)	1	-	100.0	0.0	0.0	18.5
	2	-	100.0	0.0	0.0	"
マリンΩA-1 (1万→2万細胞/1ml)	1	-	-	-	-	18.5
	2	334.8±34.8	0.0	0.0	100.0	"
	3	-	-	-	-	18.4
マリンΩA-2 (3万→6万細胞/1ml)	1	-	-	-	-	18.5
	2	296.8±11.7	0.0	0.0	100.0	"
	3	-	-	-	-	18.4
マリンΩA-3 (9万→18万細胞/1ml)	1	464.6±33.2	0.0	0.0	100.0	18.5
	2	-	-	-	-	"
	3	-	-	-	-	18.4

* 1 飼育24日後までの平均水温。

* 2 アウリはアウリクラリア, ドリオはドリオリア, ペンタはペンタクチュラの意味。(以下同じ)

試験 回次	試験区	投 与 期 間				
		アウリクラリア	ドリオラリア	ペンタクチュラ	ナマコ	
1回目	キート+冷凍珪藻	←	<i>Chaetoceros</i> sp. (0.5万細胞/ml)	→←	冷凍珪藻 (0.5万細胞/ml)	→
	ミルク	←	粉ミルク (12.5mg/l)	→←		→
	マリンΩA-1 マリンΩA-2 マリンΩA-3	←	マリンΩA (1.0万細胞/ml) (3.0万細胞/ml) (9.0万細胞/ml)	→←	マリンΩA (2.0万細胞/ml) (6.0万細胞/ml) (18.0万細胞/ml)	→
2回目	リビックBW	←		→←	リビックBW (25.0mg/25l)	→
	ミルク+リビックBW	←	粉ミルク (12.5mg/25l)	→←	リビックBW (25.0mg/25l)	→

図1 餌料別の投与量

表5 生存率の経過(2回目試験)

餌料 種類	水槽 No.	開始日	生 残 率 (%)				飼育水温 (°C)
			4日後	8日後	12日後	22日後	
リビックBW	1	100.0	109.0	95.0	98.6	76.8	19.7~23.9
	2	"	111.6	104.8	83.2	86.4	"
	3	"	116.4	97.2	72.4	77.6	"
ミルク +	1	"	103.2	93.4	73.0	77.6	"
	2	"	97.0	91.2	68.8	63.2	"
	3	"	93.2	110.4	53.4	68.8	"

飼育水1ml当たり400細胞以下の日がほとんどで、全く原生動物が認められない日も多かった。このように原生動物の発生数が非常に少なかった2区で、幼生がアウリクラリアのまま全く変態せず、原生動物数が多かった1区で順調に変態が進んだことから、ミルク区ではミルクだけではなく、飼育水中に増殖した原生動物も幼生の餌料となっている可能性があると考えられた。

マリンΩA区では各餌料濃度とも途中で幼生が全滅した水槽が多く、ナマコが生産できた水槽でも生存率が低かったことから、餌料としては不適と考えられた。しかし、同餌料を用いて愛知県²⁾では体長約1mmのナマコを61%~76%、北海道*では約0.5mmのものを21%~51%と高い生存率で生産した例がある。これらの飼育例では換水率が今回の試験よりかなり高いことから、同餌料の効果については飼育方法を改良して再検討してみる必要がある。

2回目試験 生存率の経過を表5に示した。飼育8日後まではリビックBW区、ミルク+リビックBW区ともに、ほとんどの幼生が生存していた。12日後には両区と

も生存率が少し低下した水槽が多くなり、試験終了日の22日後にはリビックBW区で76.8%、86.4%、及び77.6%、ミルク+リビックBW区で77.6%、63.2%、及び68.8%で、リビックBW区の生存率がミルク+リビックBW区より少し高い傾向にあった。

成長の経過を表6~8に示した。アウリクラリアの体長は表6に示すように飼育4日後、8日後ともにリビックBW区の方が大きく、特に8日後の両区の体長は、前述の検定方法でも有意の差が認められた。しかし、12日後に幼生がドリオラリアへ変態した率をみると、逆にミルク+リビックBW区が高くなっていった。取り上げ日の飼育22日後のナマコの体長もミルク+リビックBW区の方が大きく、両区の体長間には有意の差が認められた。また、ミルク+リビックBW区では取り上げ個体中の幼

* 北海道立栽培漁業センター・北海道稚内水産試験場・稚内地区水産技術普及指導所・宗谷漁業協同組合、1991:平成3年度地域特産種増殖技術開発事業(対象種ナマコ)中間報告会資料, 4pp

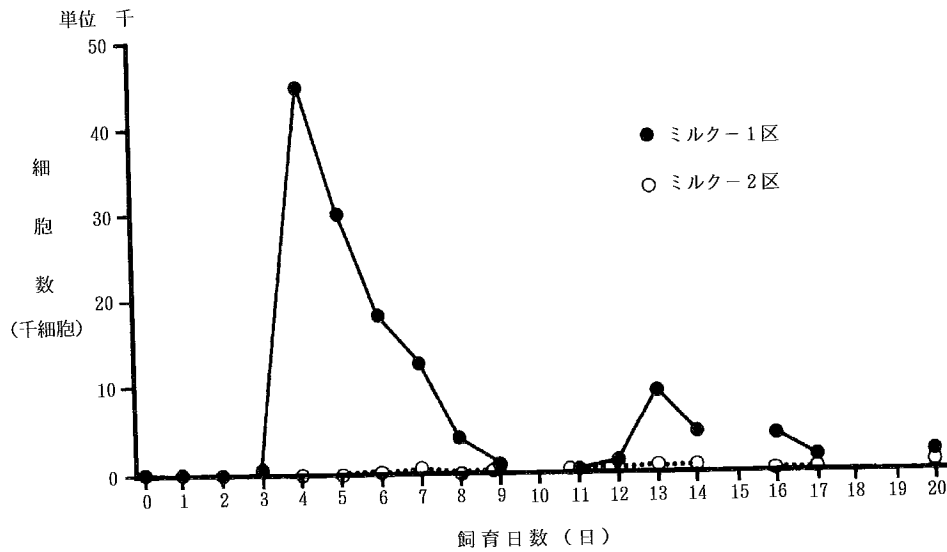


図2 飼育水 1 ml 中の原生動物数の経過

表6 アウリクラリアの体長 (2回目試験)

餌料種類	水槽No.	飼育開始日	体長 (μm)			平均水温 (°C)
			飼育4日後	飼育8日後		
リビックBW	1	404.3 ± 14.29	570.6 ± 12.4	705.8 ± 26.6	20.8	
	2	"	571.5 ± 12.1	688.1 ± 24.3	"	
	3	"	582.1 ± 14.8	691.7 ± 18.9	"	
ミルク + リビックBW	1	"	548.6 ± 13.8	648.4 ± 21.7	"	
	2	"	545.0 ± 11.8	603.3 ± 21.4	"	
	3	"	558.3 ± 12.4	610.4 ± 25.9	"	

生の率が低い水槽が多かった。

リビックBW区の飼育8日後のアウリクラリアは、ミルク+リビックBW区のものに比べ体長は大きかったが、繊毛帯が細く、体全体に透明感が強く、脆弱な感じを受けた。このようにリビックBW区でドリオラリアへの変態が遅れたのは、リビックBWが浮遊期の餌料として質的あるいは量的に問題があったためかも知れない。しかし、ミルク+リビックBW区同様、かなり高い生残率で稚ナマコが生産できたことは、リビックBWが幼生期の餌料として十分利用できるとも考えられる。

なお、2回次の試験では飼育水中の原生動物を計数していないため、それと幼生の成長や生残との関連は不明であった。

要 約

1. ナマコ幼生期の飼育における餌料培養の省力化を図

表7 飼育12日後の各幼生の割合 (2回目試験)

餌料種類	水槽No.	幼生の割合 (%)		飼育水温* (°C)
		アウリ	ドリオ	
リビックBW	1	94.5	5.5	21.6
	2	96.6	3.4	"
	3	92.2	7.8	"
ミルク + リビックBW	1	61.2	38.8	"
	2	67.3	32.7	"
	3	59.1	40.9	"

* 飼育11日後までの平均水温。

るため、市販の粉ミルク、マリンΩA、及びリビックBWを餌料として幼生の飼育を試みた。

2. ミルクを投与した区では成長は劣ったが、生残率は高かった。しかし、この区では飼育水中に増殖した原生

表8 取り上げ日のナマコの体長と各幼生の割合(2回目試験)

餌種類	水槽 No.	体長 (μm)	幼生の割合(%)			平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)
			アウリ	ドリ・ペン	ナマコ	
リビックBW	1	371.3 \pm 18.2	1.3	13.3	85.4	21.8
	2	391.7 \pm 19.6	0.0	0.0	100.0	"
	3	341.7 \pm 16.3	0.0	6.5	93.5	"
ミルク +	1	503.3 \pm 37.6	0.0	0.9	99.1	"
	2	531.7 \pm 30.1	0.0	0.0	100.0	"
リビックBW	3	525.0 \pm 39.4	0.0	1.4	98.5	"

* 飼育21日後までの平均水温。

動物も幼生の餌料となっている可能性があった。

3. マリンΩAを投与した区では成長、生残とも劣ったが、同餌料を用いての他の飼育例から、飼育方法の検討が必要と思われた。

4. リビックBWを投与した場合、成長は劣るが、生残率が高いことから、ナマコ幼生期の餌料として使用できると考えられた。

文 献

- 1) 池田善平・植木範行・草加耕司, 1991: ナマコ幼生期の飼育餌料の検討, 岡山県水産試験場研究報告, 6, 88-98
- 2) 愛知県水産試験場尾張分場, 1991: 平成3年度地域特産種増殖技術開発事業(対象種ナマコ)報告書, 印刷中
- 3) 奥野忠一, 1984: 応用統計ハンドブック, 第4版, 養賢堂, 827pp