

クロアワビの種苗生産に関する研究—Ⅳ 後期稚貝の飼育（波板剝離後の飼育）

梶 川 晃・井 上 忠 雄

方法としては、稚貝飼育水槽（コンクリート製 $90 \times 245 \times 80 \text{ cm}$ ）に籠を3～4個垂下し、3～4月に、殻長4 mm以上の稚貝を波板から剝し収容するが、3 mm以下の稚貝は、そのまま波板で継続して飼育し、4 mm以上で剝離する。

籠はポリ製（ $60 \times 70 \times 35 \text{ cm}$ ）であり、目合は2、3、8 mmと稚貝のサイズによって使い分け、籠には、適当にφ 10 mmの穴を開けた塩ビ波板のコレクターを入れた。

飼育水は、原海水を、φ 20 mm塩ビパイプを配管し、φ 2 mmの穴から各籠に注水し、換水率は0.5～0.8回/hであった。

エアは、水槽底の長径にφ 20 mm塩ビ管を沿わせ、10 cm間隔にφ 1.5 mmの穴からおよび各籠中のエアーストーンから送気した。

稚貝の飼育餌料はアオサ、ワカメおよび市販されている人工飼料であり、生海藻の場合には1～2週間毎であり、人工飼料は1～2日毎に投与したが、殻長12 mm以下の稚貝には、4 mm程度に細片して与えた。

また、5月中旬前後には、稚貝を殻長8 mm以下、8～12 mm、12 mm以上の3段階に選別し飼育した。

1 剝離稚貝の各餌料に対する餌料効果

種苗生産の過程で、稚貝へ与える餌料は、一般的には、殻長4～5 mmまでは付着珪藻、5～10 mmではアオサ、10 mm以降は成貝と同じワカメ、カジメ等褐藻類である。

当県では、秋採苗すれば、3月には平均殻長4～5 mmになるが、餌料が不足してきて、そのまま付着珪藻では飼育できないので、4～5 mm程度で剝離したい。

しかし、入手できるアオサも少なく、とくに稚貝を大量生産する場合、効率の高い餌料の安定確保が重要課題となっており、アオサに代る餌料の開発が急がれている。

アワビにおいても、人工飼料の開発研究も進められ^{1)、2)}、最近、稚貝飼育用人工飼料が市販されるようになったが、殻長4～5 mm程度の人工飼料飼育事例はみあたらない。そのため、一般に市販されている人工飼料を与えて飼育を試み、剝離後の給餌量、餌料効果等を検討した。

昭和52年度採苗分は、表1に示したとおりであり、波板剝離から選別時までの生存率は81.5～91.0%と、人工飼料が多少アオサを上廻った。成長は、選別による稚貝サイズの割合からすれば、人工飼料がアオサに比べかなり優れていた。

昭和53年度採苗分の4種の餌料では、表2に示したとおりであり、生存率については75.1～80.5%でアオサ、ワカメ、人工飼料A、人工飼料Bの順で、各餌料間に大きな差はなかった。成長については、人工飼料と生海藻には大差ができ、人工飼料の日間成長度は114～117 μ/日、アオサ83 μ/日、ワカメ63 μ/日であった。

なお、二種の人工飼料間では生存率、成長とも、ほとんど差はみられなかった。

飼育期間中の水温と人工飼料の2日毎に投与した給餌量を図1に示したが、給餌方法としては、餌付

表1 稚貝の飼育状況（波板剥離後）

試験区	飼育期間	餌種類	給餌量	収容稚貝数	取揚げ稚貝サイズ割合			取揚げ稚貝数	生存率	備考
					S L 12 mm <	S L 8 ~ 12 mm	S L 8 mm <			
1	3/4 ~5/7	人工飼料 (日本農産)	(g) 187	(個) 2,000	(%) 37.2	(%) 35.5	(%) 27.3	(個) 1,819	(%) 91.0	イケス 45×55×25 cm 20メッシュサラ ンネット コレクター 40×50 塩ビ波板 各波にせい5 cm間 隔にφ1 cmの穴
2	3/14 ~5/8	"	184	2,883	23.4	38.1	38.4	2,451	85.0	
3	3/23 ~5/10	"	184	3,561	22.5	34.2	43.3	2,903	81.5	
4	3/4 ~5/8	アオサ		2,000	25.9	40.5	33.6	1,622	81.1	
5	3/14 ~5/9	"		1,486	12.5	22.4	65.1	1,280	86.1	
6	3/7 ~5/11	"		9,823	14.5	30.7	64.6	8,929	82.8	

表2 剥離稚貝の各餌料に対する餌料効果

餌種類	飼育期間	収容時		終了時		給餌 回数	給餌量	成長度	生存率	備考
		個数	稚貝の大きさ	個数	稚貝の大きさ					
アオサ	4/11 ~5/17	(個) 3,128	S L 3.2 ~ 7.8 平均 4.5 (mm)	(個) 2,517	S L 3.5 ~ 14.2 平均 7.4 (mm)	(回) 2	(g) 800	(mm/日) 0.083	(%) 80.5	2トン水槽にサラ ンネット製籠(50×45 ×25 cm 20メッシュ) を4ヶ垂下、塩ビバ イブにより各籠へ注 水、換水率0.5回/h 稚貝コレクター
ワカメ	"	"	"	2,459	3.3 ~ 14.8 6.7	"	1,100	0.063	78.6	
人工飼料 (林兼)A	"	3,106	"	2,396	4.0 ~ 16.5 8.5	16	121	0.114	77.1	
人工飼料 (日本農産)B	"	"	"	2,346	3.7 ~ 16.5 8.6	"	118	0.117	75.1	

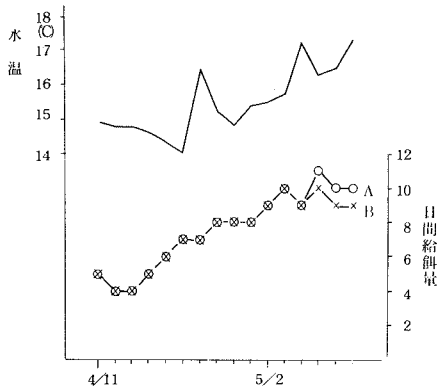


図1 人工飼料の日間給餌量

きの状態を観察しながら加減して与えたものであり、多少残餌もみられたが、ほぼ摂餌量とみなすことができるが、殻長 4.5 mm では稚貝 1 個当り 1.55 mg/日、8.5 mm 稚貝の場合には、2.3 mg/日で体重当りにすれば 3.1% 程度給餌したことになる。

また、兩年のアオサと人工飼料の餌料効果を比較してみると、成長については、人工飼料がアオサに比べ一段と優れているが、生存率については、53 年採苗分は人工飼料が少し劣った。

この原因としては、52 年度の場合、毎日餌を投与し残餌を取除いたが、53 年度分の場合、2 日毎に餌を投与していてコレクターの下測等に腐敗残餌もみられ、その影響があったものといえる。

いずれにしても、人工飼料の場合、殻長 4~5 mm の剥離稚貝でもアオサと同程度 80% 程度の生残率は見込めるし、成長は、アオサに比べかなり良好で日間成長量も 114~117 μ /日で、むしろ、剥離稚貝の餌としてはアオサより人工飼料が優れているものといえる。

2 稚貝の大きさと日間成長度

剥離稚貝の適正サイズを稚貝の成長度から検討するため、前述した籠に各サイズの稚貝を収容し、人工飼料にて飼育した稚貝の殻色から、殻長と日間成長度をプロットすれば図 2 のとおりとなった。

なお、波板飼育期間の稚貝の殻色は褐色であるが、剥離後、人工飼料を摂取した成長殻はすべて緑色にて形成される³⁾ものとみなして、日間成長度は〔(殻最長(褐色部+緑色部)-褐色部最長)/飼育日数〕で表わした。

ある程度成長がみられるのは殻長 2 mm の個体からで日間成長度は 90 μ /日であり、個体が大きくなるにつれて曲線的に成長度は大きくなり、殻長 7 mm 以上で日間成長度 120~170 μ /日とほぼ一定となった。

摂餌状態をみれば、殻長 2~3 mm 稚貝でも、人工飼料を摂取している個体も観察されたが、稚貝の小さな個体の斃死がかなりあり、生存率からも検討を要するが、この結果からすれば、人工飼料で飼育するのに最も適当な剥離サイズは殻長 7 mm ということになる。

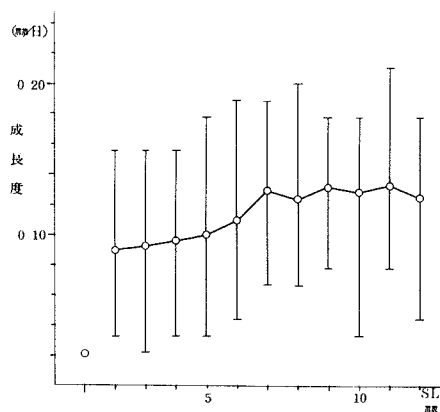


図 2 剥離後の稚貝の大きさによる日間成長度

3 選別後の稚貝の飼育

概ね、昭和 53、54 年度採苗分の水溫、比重および稚貝の成長と生存率については、前項の図 1、2 に示したとおりであるが、5 月中旬に稚貝を大、中、小と各々殻長 12 mm 以上、8~12 mm、8 mm 以下に選別し、人工飼料の場合は、餌付き状態をみながら加減し、2 日毎に投与し飼育した。

昭和 52 年度採苗分は表 3 に示したとおりであった。

人工飼料は日間成長度が 0.15~0.17 mm/日と良好であり、生存率は 85.0~92.7% であった。みかけの餌料効率は中以上の稚貝で 235~237% とかなり高率であった。

しかし、アオサの場合、日間成長度が 0.08~0.10 mm/日、生存率は 63.9~64.3% と人工飼料に比

表3 稚貝の飼育状況

イケス 個数 (マウス)	飼育 期間	収容時			終了時			給餌量 (g/籠)	みかけの 餌料効率 (%)	成長度 (mm/日)	生存率 (%)
		個数	平均殻長 (mm)	1個当り重量 (mg)	個数	平均殻長 (mm)	1個当り重量 (mg)				
人 (大)	3 5/12 6/13	(個/籠) 1 177 ~1,422 1 282	S.L. 12.3~15.2 13.9	81.3 ~430.0 334.4	(個/籠) 1 084 ~1,364 1 188	S.L. 17.5~20.2 19.0	650 ~1,070 881.4	211.6 ~339.5 263	193~297 235	0.16 ~0.19 0.17	89.6 ~95.9 92.7
	工 飼 料 (中)	2 1 118 ~2,495 1 807	9.5~9.7 9.6	114.1 ~117.0 115.0	808 ~2,263 1,536	13.6~14.5 14.3	310 ~371 357.9	128.3 ~160.8 145	93~351 237	0.12 ~0.16 0.15	72.3 ~90.7 85.0
料 (小)	3 1 431 ~5,253 3 092	5.1~5.8 5.4	-	1 211 ~4,785 2 815	10.3~10.7 10.4	-	-	-	0.16 ~0.18 0.17	84.3 ~94.8 91.2	
ア オ サ	1 (大) 5/9 6/13	864	15.3	-	552	18.7	-	-	-	0.10	63.9
	1 (中)	1 419	10.4	-	912	13.1	-	-	-	0.08	64.3

但し、人工餌料は日本農産製品

べかなり劣った。これは、天然アオサをそのまま投与したためで、アオサに付着していた多数の端脚類が籠の中でアオサを摂食して大きくなり、アワビ稚貝の好むようなコレクターおよび籠の端等に繊維状物質の巣をつくるが、その繊維状物質にからまって斃死している稚貝も多くみられ、端脚類の影響と考えられたので、翌年からは30分間淡水に侵し、端脚類等を死滅させてから籠に投与した。

昭和53年度採苗分は表4に示したとおりであった。

表4 稚貝の飼育状況

イケス 個数	飼育 期間	収容時			終了時			給餌量 (g)	成長度		みかけの 餌料効率 (%)	生存率 (%)
		個数	平均殻長 (mm)	重量 (g/ケ)	個数	平均殻長 (mm)	重量 (g/ケ)		殻長の伸び (mm/日)	増重 (mg/日・ケ)		
人 (大)	2 5/18 6/18	(ケ/籠) 834 ~1,444 1,139	S.L. 14.5 ~13.7 14.0	0.39 ~0.32 0.35	(ケ/籠) 800 ~1,375 1,089	S.L. 20.3 ~16.7 18.0	1.20 ~0.63 0.84	350 ~455 402.5	0.19 ~0.10 0.13	27.0 ~10.3 16.4	198.1 ~99.6 135.8	95.9 ~95.2 95.5
	工 飼 料 (中)	5 2,014 ~1,434 1,843	8.8 ~9.8 9.4	0.09 ~0.12 0.11	1,367 ~1,817 1,658	13.3 ~13.8 13.6	0.31 ~0.38 0.35	167 ~360 240.8	0.12 ~0.15 0.14	6.7 ~9.0 8.1	83.4 ~309.8 197.2	85.6 ~95.3 90.1
料 (小)	3 3,041 ~4,768 3,912	5.3 ~6.7 6.0	0.02 ~0.03 0.027	2,355 ~4,488 3,369	9.1 ~9.8 9.5	0.09 ~0.13 0.12	123 ~149 138.3	0.08 ~0.15 0.12	2.0 ~3.7 3.1	127.1 ~357.1 244.2	77.4 ~94.1 86.7	
ア オ サ (小)	5 2,019 ~3,542 2,886	5.7 ~6.4 6.0	0.02 ~0.03 0.025	1,696 ~2,947 2,345	9.3 ~10.6 10.1	0.10 ~0.15 0.13	1,000	0.10 ~0.15 0.14	2.6 ~4.0 3.1	89.1 ~202.0 156.7	71.6 ~88.1 81.8	

但し、人工飼料は林兼製品

餌料乾燥重量比

人工飼料 林兼 91.4%

日本農産 85.5

アオサ 14.7

みかけの餌料効率 = $\frac{\text{終了時稚貝総重量} - \text{収容時稚貝総重量}}{\text{総給餌量}} \times 100 (\%)$

同サイズの稚貝でも、収容密度、注水量等異なったため結果にばらつきが大きく、傾向としてみられるものは少なく、日間成長度で最も良好な籠は0.19mm/日であったが、平均的には0.12～0.14mm/日、餌料効率は135.8～244.2%でかなり高率であった。傾向としては、大きな稚貝が小さな稚貝に比べ生存率が良好であった程度である。

アオサの場合、52年度と異なり、人工飼料と比較しても大差はなく、日間成長度0.14mm/日、みかけの餌料効率156.7%、生存率81.8%であった。

そして、選別後1ヶ月間の飼育で、単位当り生産量は、昭和52年度採苗分の場合、平均殻長13mmで2,829個/m²となり、日間成長度は0.16mm/日、生存率は89.6%であった。53年度採苗分は平均殻長12mmで3,084個/m²であり、日間成長度は0.13mm/日で生存率89.7%であった。

これらの結果を、エゾアワビの飼育例⁴⁾と比較すると、収容籠面積当りにすれば、当県の場合約1.6倍の生産密度になるが、同飼料、同サイズの場合は、生存率は少し劣ったが日間成長度はすこぶる良好であった。

どちらにしても、1～2cm程度の稚貝を3,000個/m²(対水槽面積)の密度で飼育すれば、当人工飼料の場合、水温18～22℃程度で日間成長度0.13～0.16mm/日は期待できる。

なお、中間育成までの種苗生産結果は、昭和52年度採苗では、飼育日数225日で平均殻長15.0mm、単位当り生産量2,068個/m²であり、波板剥離稚貝からの生存率56.1%、使用幼生数からの生存率は5.5%であった。53年度採苗のものは、飼育日数245日で平均殻長14.8mm、単位当り生産量3,580個/m²、波板から剥離後の生存率は53.9%、使用幼年数からの通算生存率は6.0%であった。

4 稚貝の日間摂餌率および摂餌時刻

人工飼料の給餌量を決定するのに、稚貝の摂餌量を検討する必要がある。

そのため、前項で述べた飼育期間の終了前10日間(52年採苗分)、6日間(53年採苗分)に、毎日夕方人工飼料を投与し、翌夕残餌を採取し、日間の摂餌量を求めた。

表5 取揚げ時稚貝の日間摂餌率(S52)

稚貝 サイズ	取 揚 げ 稚 貝		給 餌 個 数		残 餌 個 数		摂 餌 個 数	摂 餌 量 (g)	日 間 摂 餌 率	
	殻 長 (mm)	総 重 量 (g)	日 間 (個)	総 数 (個)	日 間 (個)	総 数 (個)			体 重 当 り (%)	稚 貝 千 個 当 り (個)
大	SL 11～38 平均17.5	886.6	35～45	395	0～8	22.0	373.0	100.7	1.14	27.3
	14～35 20.2	1,159.6	50～70	575	0～11	38.3	536.7	144.9	1.25	49.5
	14～33 19.8	1,094.7	30～40	305	0～12	49.0	256.0	69.1	0.63	22.9
中	10～18 14.5	848.6	30～45	400	0～10	32.0	368.0	99.4	1.17	16.3
	9～21 13.6	250.5	20～25	225	1～6	30.0	195.0	52.7	2.10	24.1
小	6～15 10.6		15～25	195	0～7	27.5	167.5	45.2	(1.32)	6.8
	3～15 10.3		20～35	267	0～8	20.5	246.5	66.6	(1.16)	5.2
	6～15 10.7		10～15	120	0.25 ～6	45.3	74.7	20.2	(1.19)	6.7

但し、飼料1個当り重量は0.27g
人工飼料は日本農産製品

表6 稚貝の大きさと日間摂餌率 (S. 53)

	終了時		終了前6日間 給餌量	終了前6日間 残餌量	日間摂餌率
	殻長	重量			
	(mm)	(g/籠)	(g)	(g)	(%)
大 (2)	SL 16.7 ~ 20.3 18.0	866.3 ~ 961.4 914	100.0 ~ 140.0 120.0	13.9 ~ 23.4 18.7	1.49 ~ 2.24 1.85
中 (5)	13.3 ~ 13.8 13.6	442.6 ~ 656.5 575	52.0 ~ 100 77.2	7.7 ~ 18.0 12.2	1.14 ~ 3.09 1.88
小 (3)	9.1 ~ 9.8 9.5	301.0 ~ 562.1 390	40.0 ~ 52.0 48.0	6.9 ~ 8.2 7.8	1.30 ~ 1.83 1.72

なお、残餌量は吸水による増重補正をおこない、日間摂餌率は $(\text{総給餌量} - \text{総残餌量}) / (\text{終了時稚貝重量} \times \text{飼育日数}) \times 100\%$ で表わした。(表5、6)

昭和52年度採苗分は、稚貝のサイズによるばらつきはあるが、稚貝の大きさが17.5 ~ 20.2 mmでは0.63 ~ 1.25%、13.6 ~ 14.5 mmでは1.17 ~ 2.10%と小型の稚貝の方が摂餌率は高かった。各籠の平均稚貝の大きさと日間摂餌量をプロットすれば図3のとおりになった。なお、日本農産製品は、人工飼料の大きさがほぼ一定(1個=0.27g)しているので、個数になおした。

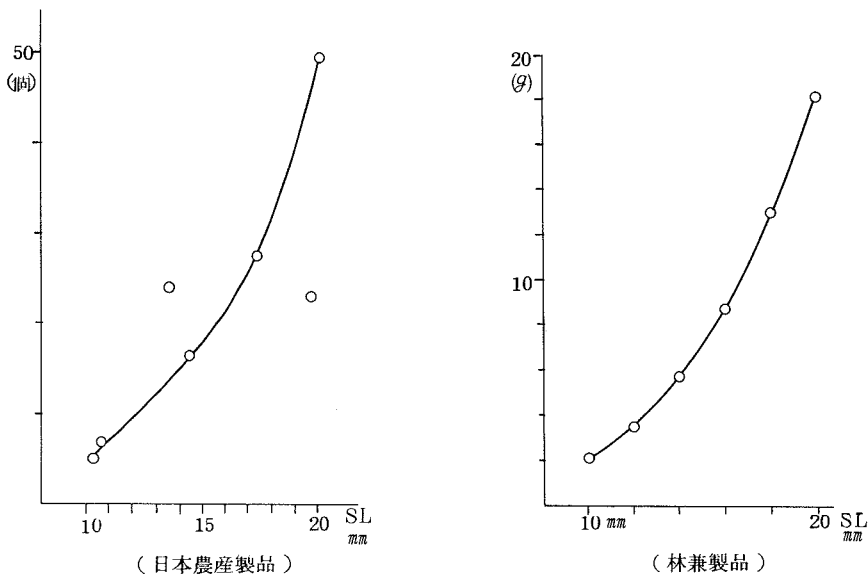


図3 稚貝の大きさによる日間摂餌量(稚貝千個当り)

ほぼ $\log Y = 3.263 \log X - 2.564$ (X (mm) : 殻長 Y : 稚貝千個当り摂餌個数) で表わされる。

昭和 53 年採苗分でも、ばらつきがかなりありサイズによる摂餌率に差はみられなかったが、殻長 9.5 ~ 18.8 mm 稚貝では日間摂餌率が 1.72 ~ 1.88 % であり、平均値をとれば 1.82 % となって、稚貝の大きさによる日間摂餌量は

$\log Y = 3.276 \log X - 2.999$ (X : 殻長(mm) Y : 稚貝 1 個当り日間摂餌量(mg)) で表わされる。

また、アワビ稚貝の人工飼料を摂食する時間帯は、昼間でも人工飼料を捕食している稚貝もあるが、個数としても僅かである。夕方、餌を投与した時、投与直後にコレクターの下側からはいだしてくるが、これとても少ない。21 : 00 頃から、コレクター上にみられる稚貝数が多くなり、22 : 00 頃には多数の稚貝がみられ、2 : 00 過ぎまで継続するが、3 : 00 になれば稚貝はコレクターの内側に潜んだ。これらの状態からすれば、人工飼料を摂取する時間帯は真夜中に集中しているものと考えられる。

5 稚貝の相対成長

人工飼料で飼育した稚貝の殻長と体重の関係は、図 4 に示したとおりになり $W(mg) = 0.139 L^{2.975}$ (mm) (殻長 20 mm 以下) の近似式で表わされる。

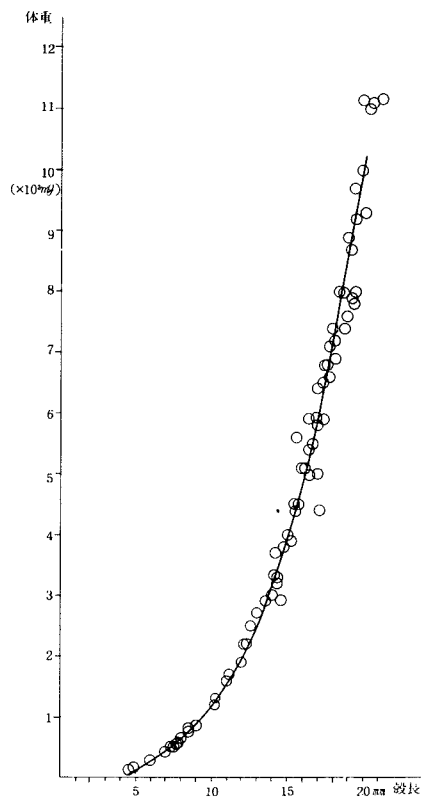


図 4 稚貝の殻長と体重の関係

要 約

波板剝離稚貝を飼育し、次の結果を得た。

1 剝離稚貝の各餌料に対する餌料効果

平均殻長 4 ~ 5 mm 稚貝を約 50 日間飼育すれば、昭和 52 年度採苗稚貝では、人工飼料の生存率は 81.5 ~ 91.0 % でアオサより多少上廻り、成長は良好であった。

昭和 53 年採苗稚貝をアオサ、ワカメ、人工飼料（林兼製品、日本農産製品）を与えて飼育した結果、生存率については 75.0 ~ 80.5 % とあまり差はなく、アオサ、ワカメ、人工飼料の順となり、成長については、人工飼料の日間成長度 114 ~ 117 μ /日、アオサ、ワカメでは 83 ~ 63 μ /日と人工飼料と海藻餌料にかなりの差がでた。

これらの結果から、剝離稚貝の餌としては、アオサより人工飼料が優れているものと判断された。なお、人工飼料間では餌料効果にほとんど差がみられなかった。

2 稚貝の大きさと日間成長度

人工飼料を投与した場合の稚貝の大きさによる剝離稚貝の日間成長度は、殻長 2 mm (90 μ /日) の大きさから成長がみられ、稚貝が大きくなるにつれて曲線的に大きくなり、殻長 7 mm 以上で日間成長度は 120 ~ 170 μ /日とほぼ一定となって、最も適当な稚貝の剝離サイズは殻長 7 mm と判断された。

3 選別後の稚貝の飼育

5 月中旬、稚貝を選別し約 1 ヶ月間の人工飼料で飼育した場合、昭和 52 年採苗稚貝では日間成長度 0.16 mm/日、生存率 89.6 %、みかけの餌料効率 235 ~ 237 % であり、単位当り生産量は平均殻長 13 mm で 2,829 個/ m^2 であった。53 年採苗稚貝では日間成長度 0.13 mm/日、生存率 89.7 %、みかけの餌料効率 136 ~ 244 % であり、単位当り生産量は平均殻長 12 mm で 3,084 個/ m^2 であった。

なお、中間育成サイズ（殻長 15 mm）までの種苗生産結果は、概ね、昭和 52 年度採苗稚貝では飼育日数 225 日で平均殻長 15.0 mm、単位面積当り生産量は 2,068 個/ m^2 であり、波板剝離からの生存率は 56.1 %、使用幼生数からの通算生存率は 5.5 % であった。

昭和 53 年度採苗稚貝の場合、飼育日数 245 日で平均殻長 14.8 mm、単位面積当り生産量は 3,580 個/ m^2 、波板剝離後の生存率 53.9 %、使用幼生数からの通算生存率は 6.0 % であった。

4 稚貝の日間摂餌率および摂餌時刻

52 年度採苗稚貝の場合には、殻長 10 ~ 20 mm の日間摂餌率は 0.63 ~ 2.10 % で、小さな稚貝が大きな稚貝に比べ摂餌率が高い傾向がみられ、人工飼料の稚貝の大きさによる摂餌個数は、 $\log Y = 3.263 \log X - 2.564$ （ X ：殻長 (mm)、 Y ：稚貝千個当り日間摂餌個数。但し、飼料 1 個当り 0.27 g）で表わされた。

昭和 53 年採苗稚貝の場合には、殻長 9.5 ~ 18.0 mm で日間摂餌率 1.82 % となり、稚貝の大きさによる日間摂餌量は、 $\log Y = 3.276 \log X - 2.999$ （ X ：殻長 (mm) Y ：稚貝 1 個当り日間摂餌量）

なお、人工飼料を摂餌する時刻は 21:00 ~ 2:00 の真夜中が中心であった。

5 稚貝の相対成長

人工飼料で飼育した稚貝の殻長と体重の関係は $W (mg) = 0.139 L \frac{2.975}{(mm)}$ で表わされる。

文 献

- 1) 相良順一郎・酒井幸一. 1974 : 4種の人工餌料によるアワビ稚貝の飼育、東海区水研研報第77号 1～5.
- 2) 真岡東雄・中村 烈. 1977 : アワビ稚貝用人工飼料の実用化に関する研究-I. 人工飼料の作成と稚貝の飼育、茨城水試研報第21号 1～8.
- 3) 荻野珍吉・大田顕亮. 1963 : 人工飼料によるクロの飼育. 日水誌 29(7) 691～694.
- 4) 井岡 勲. 1976 : 種苗生産技術開発研究報告. 固形飼料のアワビ稚貝に対する餌料効果と種苗生産への導入について、山形水試資料、111、1～19.