

刺参稚、幼参高密度培养技术的研究*

隋锡林 胡庆明 陈远

(辽宁省海洋水产研究所,大连)

提要 本文论述了采用附着板和网箱流水两阶段在室池内进行全人工高密度培育幼小稚参(体长至3—5mm前)和稚、幼参(3—5mm以上)的良好结果。在附着板饲养阶段,稚参的附着密度、适宜饵料、敌害杀灭与成活率密切相关。网箱流水饲养后期稚、幼参获4355尾/m²(平均体长23.7mm),成活率达59.1%,并提出了几种高效人工配合饵料的营养成分及其效果。

为迅速增殖刺参 *Apostichopus japonicus* (Selenka) 资源,增加产量,放流大量大规格的幼参(生产上称参苗)是行之有效的措施。要确保放流所需的幼参,必须研究解决室内高密度培育大规格幼参的技术问题^[8]。幼参的室内培育技术一般包括从受精卵经耳状幼虫、樽形幼虫、五触手幼虫至稚参的一级培育和把稚参培育至幼参的二级培育。

由于国内、外许多学者多年的试验研究,稚参的一级培育技术已基本解决^{[1-3],[3,5,8]},目前单位水体(1m³水体,下同)出苗量可达10万头左右^[2,3,5]。二级培育技术目前正处于试验研究阶段。近年来,日本和苏联有关学者^{[6-9],[8]},先后采用单鞭金藻(*Monochrysis lutheri*)、角毛藻(*Chaetoceros* sp.)、底栖硅藻、人工配合饵料(日配K, K)^[4]等进行稚、幼参的培育,其结果是单位面积(1m²,下同)培育出的幼参成活率仅为0.4—3.1%。因此,目前在日本多数试验单位不得不将稚参直接用于放流。

最近,中国水产科学院黄海水产研究所、山东省海水养殖研究所等单位,利用水泥池培育稚参,投喂鲜鼠尾藻 [*Sargassum thunbergii* (Mert.) O' Kuntze] 磨碎液等^{[11],[4-5]},单位面积培育出平均体长1—1.2cm的幼参3000—4500头,取得了一定的进展。我们采用网箱流水方法培育,研制、筛选出了4种有效的人工配合饵料,对幼参的培育结果如下。

一、试验设备和方法

稚参培养至幼参阶段,采用附着板饲养和网箱流水饲养两段培养法。一段培养,是将

* 本文承蒙中国科学院海洋研究所廖玉麟先生审阅、修改,特此致谢。

水质分析工作由本所化验室隋兰凤、许美美、薛克同志承担;苏鹤声、尚林宝同志参加部分试验工作。

收稿日期:1985年2月5日。

- 1) 隋锡林等,1984。刺参人工育苗研究 I. 稳定提高稚参单位水体出苗量。技术鉴定会材料之一。
- 2) 中国水产科学院黄海水产研究所,1983。刺参人工育苗总结。技术鉴定会主件一。
- 3) 山东省海水养殖研究所,1984。刺参人工育苗总结报告。技术鉴定会主件一。
- 4) 卜品芝等,1980。腐烂稻草饲养稚参试验。全国海水养殖增殖发展途径学术会议论文报告汇编。312—314页。
- 5) 张煜等,1980。刺参稚参摄食的研究 I. 稚参饲料的研究。同上。303—305。

附着后的稚参在附着板上培育至 3—5 mm；二段培养，是将 3—5 mm 的稚参培育为 2—4 cm 的幼参。两个培养阶段的主要设备及试验方法如下。

(一) 附着板饲养

试验在本所海珍品育苗室内进行。耳状幼虫至稚参阶段的培养，利用 2.55m³ 水泥池 5 个，各池水深均为 1m，总水体为 10.20m³ (见表 1)。

表 1 稚参附着后至体长 3—5 mm 的培育结果

培育批次	培育水体 (m ³)	附着的稚参数量 (万头)	投放附着板数量 (片)	稚参附着密度 (头/cm ²)	至 3—5mm 的稚参存活数 (万头)	每片附着板存活稚参的平均数 (头/片)	成活率 (%)	培育天数 (天)
1	2.55 ¹⁾	28.6	160	1.29	6.42	288	22.4	32
2	5.10	13.0	320	0.29	4.11	89	31.6	30
3	2.55	7.0	160	0.63	2.10	111	30.0	30
总计	10.20	48.6	640		12.63			
平均				0.74		163		31

1) 此批原为 3 个 2.55m³ 的水泥池，因 6,7 号池用于流水试验，试验中又因流量过大，稚参大部分流失掉，故 6,7 号池的稚参数未统计在内。

培养用水为大连黑石礁海边的自然海水，经沉淀、沙滤后使用。育苗期间海水的 pH 值为 7.8—8.2；DO 为 4.0—5.5 mlO₂/L；COD 为 0.6—2.0 mg/m³，NH₃-N 为 20—200 mg/m³。

附着板饲养阶段，稚参除摄食附着板上的底栖硅藻外，每日上午换水后按每吨水投鲜鼠尾藻磨碎液 25—50 g。培育期间每日换水两次，每次换水 1/3 左右。

用于稚参附着的附着器采用透明聚乙烯波纹板(规格为 42 × 33 cm)。波纹板平插入聚氯乙烯制的框架中，附着板之间的距离为 2 cm，每架组装 20 片。框架采用聚氯乙烯板条(厚度为 8—10 mm)焊接而成，可以折叠 (50 × 40 × 60 cm) (图 1)。每立方米水体平

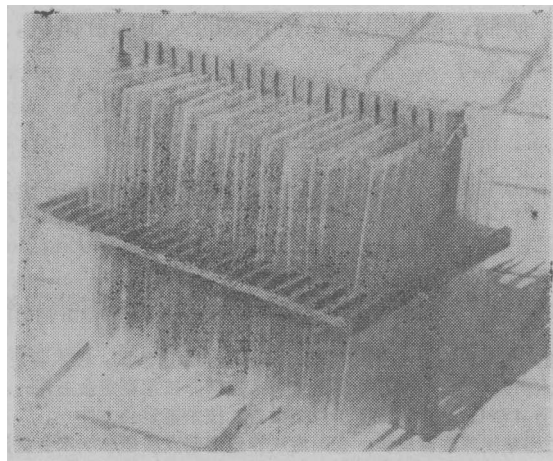


图 1 稚参用附着器

均投放附着板 64 片。附着板投放前预先培养附着一层薄嫩的底栖硅藻,为使附着板更好地承接饵料,附着架与池底呈 30° 倾斜。

(二) 网箱流水饲养

1. 主要设备及试验方法

培育用水槽容量为 0.3 吨的玻璃钢水槽 ($2.0 \times 0.6 \times 0.3$ m) 18 个。依水槽大小分别放入网箱各一个(网箱用聚乙烯窗纱网制成,纱网按饲养个体大小分别采用网眼为 0.4 mm 和 1.0mm 两种)。每个网箱中,放入波纹形附着器 4 架。每架附着器网片用聚乙烯窗纱制成,面积为 0.4 m^2 。培育期间采用流水培育,24 小时的流量为培养水体的 6—7 倍。为保持水质清新,每隔 1—2 天清除网箱底部残饵及粪便一次,每周清洗水槽一次。用小网箱回收清底时流失的稚参。每日下午 3 时左右投饵一次,各槽投饵量为饲养稚参总体重的 20—30%。

为比较不同人工配合饵料的饲养效果,利用容量为 17 L 的圆玻璃缸进行不同饵料饲养效果试验。

2. 人工配合饵料的制备

人工配合饵料的配制是以配合饵料 8310^[4] 为基础,经变换、改进原料配比,制成 8406, 8407, 8408 三种饵料。各种饵料的配合,均以滩面海泥、藻粉、糠麸、鱼贝粉、酱油糟等为主要原料,按不同配比,再辅以其他成分加工而成,配制的饵料为粉末状及薄片状两种。

二、试验结果

(一) 稚参附着板饲养结果

1984 年将已附着的稚参三批共 48.6 万头,在附着板上继续培养至 3—5 mm,结果见表 1。稚参的附着密度为 1.29 个/cm^2 时,经 32 天的培育,每片附着板平均存活的稚参数量为 288 头,平均体长为 4.09mm。在稚参附着密度为 $0.3—1.3 \text{ 个/cm}^2$ 时,其生长速度无明显差异(表 4)。

在整个培育期间,出现的桡足类 (*Copepoda*) 用 1ppm 的敌百虫溶液及时杀灭。另外要及时清除附着板上附着的玻璃海鞘 (*Ciona intestinalis*)。桡足类如不及时杀灭,它将对附着板上的稚参造成危害。在培育后期,附着板上的排泄物及残留饵料积累较多,可将附着架轻轻抖动,以将其除掉。

(二) 不同人工配合饵料的培育效果

1. 配合饵料的主要营养成分

调配各种原料的配比,配制成 4 种饵料。其主要营养成分分析结果见表 2。从表 2 可见,经改进的三种饵料,在营养成分上其蛋白质的含量均比 8310 高 2—2.5%,而粗灰分及其他营养成分变化不大。

2. 不同饵料的培育效果

表 2 人工配合饲料的营养成分¹⁾(1984 年配制)

饵料组别	水分 (%)	干 物 质 中				
		粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗纤维 (%)	无氮浸出物 (%)	粗灰分 (%)
8310	5.38	6.87	1.33	3.75	25.59	62.46
8406	10.30	9.35	1.42	3.55	26.04	59.64
8407	9.50	9.15	2.20	4.20	23.61	60.84
8408	9.00	8.79	2.74	4.05	22.96	61.48

1) 饵料营养成分由大连饲料研究所化验室分析。

为进一步筛选人工配合饵料,改进配方,提高培育效果,对上述配制的饵料 8310, 8406, 8407, 8408 及鼠尾藻磨碎液的饵料培育效果,分 5 组进行了对照试验,每组采用 17 L 的圆玻璃缸为平行试验组,每缸各放入体长为 10 mm 左右的幼参 20 头。试验从 9 月 22 日—10 月 23 日,共 30 天。试验期间,日换水两次,每次换水 1/2;每日下午换水后投饵一次,投饵量为稚参体重的 40—50%,结果见表 3。

从培育结果看,含粗蛋白较多的 8406 组,其幼参的生长及增重最快,其次为 8407, 8408 组,而 8310 组与鼠尾藻磨碎液的培育效果大致相同,但不如上述三组。可见适当地提高配合饵料中粗蛋白的含量,即提高到 10% 左右就可以加快幼参的生长及增重。但在大规模培育时,应注意防止残饵的腐败。

表 3 不同饵料的饲养结果

饵料组别	组别	入缸数量 (头)	入 缸 时		试 验 结 束 时				两 组 平 均 值	
			\bar{L}_0 (mm)	\bar{W}_0 (mg)	\bar{L}_1 (mm)	\bar{W}_1 (mg)	$\Delta \bar{L}$ (μ m)	$\Delta \bar{W}$ (mg)	$\Delta \bar{L}_{总}$ (μ m)	$\Delta \bar{W}_{总}$ (mg)
8310	I	20	9.93	18.8	21.2	160	364.5	4.55	372.9	5.00
	II		9.98	21.0	21.8	190	381.3	5.45		
8406	I	20	9.93	19.8	24.9	300	482.9	9.04	482.9	8.77
	II		9.93	20.0	24.9	284	482.9	8.49		
8407	I	20	9.93	21.2	23.5	233	436.1	6.83	432.1	7.17
	II		10.08	21.2	23.4	254	428.1	7.51		
8408	I	20	9.98	20.8	23.1	223	421.6	6.53	415.7	6.54
	II		10.00	21.8	22.7	225	409.7	6.55		
鼠尾藻磨碎液	I	20	10.13	22.1	21.8	165	370.6	4.61	373.2	4.63
	II		10.13	22.7	21.8	167	375.8	4.65		

(三) 网箱流水饲养结果

从附着板上用兔毛笔刷下体长为 3—5 mm 的稚参 15.9 万头,分三批分别放入 18 个

玻璃钢水槽中培育,每槽投入数量 8000—10,000 头,见表 4。

表 4 网箱流水饲养结果¹⁾

批次	水槽号	入槽日期 (月日)	入槽数量 (头)	入槽时平均体长 (mm)	幼参出槽数量 (头)	成活率 (%)	单位面积 出苗量 (头/m ²)
一	1	8.6	9457	4.58	5670	60.0	4725
	2	8.6	10255	4.21	6331	61.7	5276
	3	8.6	9089	4.10	6778	74.6	5648
	4	8.6	9126	4.53	5605	61.4	4671
	5	8.6	9435	3.80	6395	67.8	5329
	6	8.7	9329	3.75	5968	64.0	4973
	7	8.7	10576	3.85	6338	59.9	5282
	8	8.7	9451	3.88	5013	53.0	4178
二	9	8.28	7914	5.73	4431	56.0	3693
	10	8.28	7946	5.29	4397	55.0	3664
	11	8.28	8062	4.78	4577	56.8	3814
	12	8.28	8279	4.76	4600	55.6	3833
	13	8.29	8874	5.24	4816	54.3	4013
三	14	9.13	8530	3.21	5045	59.1	4204
	15	9.14	8042	3.73	5361	66.7	4468
	16	9.14	8049	3.48	3702	46.0	3085
	17	9.14	8764	3.13	4758	54.3	3965
	18	9.13	8105	3.70	4202	51.8	3502
	总计 平均			159283 8849	4.21	94077 5227	59.1

1) 各槽均于 11 月 15 日结束试验。

试验从 1984 年 8 月 6 日—11 月 15 日,共 101 天。试验期间,包括培育开始时,各槽分别测量稚参的体长、体重 3—4 次(每次随机取样各 50 头),测量结果如图 2 及表 5。

表 5 各水槽稚参生长测量结果

培养批次	入槽时测量		试验结束时测量			
	\bar{L}_0 (mm)	\bar{W}_0 (mg)	\bar{L}_t (mm)	\bar{W}_t (mg)	$\Delta\bar{L}_t$ (μm)	$\Delta\bar{W}_t$ (mg)
一	4.09	2.38	26.6	329.4	222.8	3.1
二	5.17	3.95	25.7	338.4	260.9	4.2
三	3.45	1.70	17.0	208.7	219.0	2.4

从饲养结果看,各槽平均日增长值为 190—290 μm , 平均日增重为 1.75—4.98 mg。单位面积出苗量平均为 4355 头,最高为 5648 头。各槽成活率均较高,平均为 59.1%, 最高达 74.6% (表 4)。

第一批的成活率高于第二、三批;而入槽时平均体长为 5.17 mm 的第二批稚参,其日增长和增重均高于其他两批;入槽时平均体长为 3.45 mm 的第三批,其增长和增重速度均

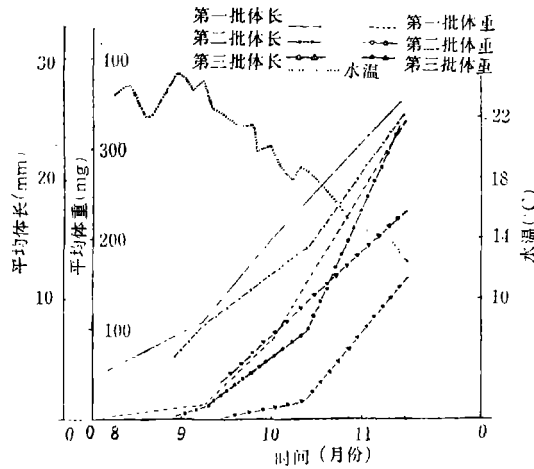


图2 三批稚参的平均生长与增重

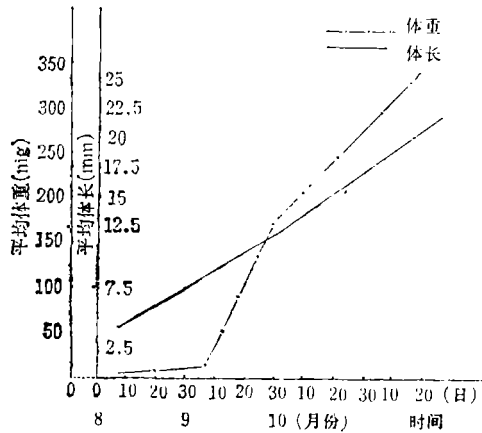


图3 第一批稚参的生长与增重

为最低(图2,表5)。可见入槽时个体越大,其日增长和增重也越快。

从稚参的生长与增重的关系看,从4 mm至25 mm的生长速度近于直线增长;体重的增加在稚参体长达10 mm以上时,其增重率加大,即直线的斜率也加大,日增重值也随之加大(图3)。

三、讨 论

1. 稚参至幼参阶段的高密度培养技术是目前国内、外一些学者正在研究的重要课题。我们将这一阶段的培育分为附着板培育和网箱流水培育的两段培育,已取得良好的效果。由于稚参在体长达到3—5 mm时,其活动能力显著增强,摄食量也相应地增加,且开始喜在暗处栖息,此时稚参如仍继续在附着板上培育,其大部分则将脱落到池底。因此,对体长3—5mm的稚参采用网箱流水饲育,可解决上述问题并便于投喂人工配合饵料。此外,流水培育可保持水质清新,加快稚参的生长,提高成活率。

2. 由于稚参难以摄取浮游的单细胞藻类, 必须研制并投喂适于其底栖生活的饵料^[11,17], 本试验研制、筛选的人工配合饵料优于日本的海参用配合饵料(日配 K, K)^[10], 但尚未应用于附着板饲育阶段, 不同阶段稚参所用的配合饵料应有所不同, 尚需进一步筛选、研制。

3. 为加速稚参的生长, 在网箱高密度培育幼参时, 应分批将够规格的幼参及时出库放流, 以加速余下的小个体稚、幼参的生长。对于放流的规格与放流后成活率的关系还需进一步研究^[2,5]。

四、小 结

1. 稚参的附着板饲育阶段, 其附着密度为 1.0 头/cm² 左右, 经一个月左右的培育, 成活率为 25—30%。此时如采用流水培育, 流量不宜过大, 如日流量超过原水体的 8 倍以上时, 将会导致稚参的大量流失。因此, 应采用微流水或换水的方法进行培育。

2. 稚参后期(体长 3—5 mm)的高密度培育, 采用网箱流水饲育, 投喂等量的人工配合饵料与鼠尾藻磨碎液, 获得了良好的培育效果。这阶段的成活率各槽均在 50% 以上, 平均为 59.1%, 单位面积平均培育出平均体长 23.7mm 的幼参 4355 头。

3. 适当增加配合饵料中粗蛋白的含量, 可加快幼、稚参的生长及增重; 在大规模培育时, 应注意防止残饵的腐败。

参 考 文 献

- [1] 王兴智, 1983. 刺参种苗二级培育方法的初步研究. 海洋湖沼通报 3: 65—69.
- [2] 张煜, 刘永宏, 1984. 国内、外刺参研究的回顾、进展及其资源增殖途径的探讨. 海洋渔业 2: 57—60.
- [3] 隋锡林, 1984. 日本刺参人工育苗及增殖现状. 国外水产 2: 3—5.
- [4] 隋锡林, 胡庆明, 陈远, 1984. 刺参人工育苗研究——稚参用配合饵料的效果. 水产科学 3: 18—23.
- [5] 小林 信, 1982. マナマコ増養殖技術の現況. 養殖 19(3): 58—60.
- [6] 小林 信, 石田雅俊, 1984. 稚ナマコの減耗要因に関する二、三実験. 栽培技研 13(1): 41—48.
- [7] 山本千裕, 1984. マナマコの養殖に関する基礎の研究 II. 福岡水産試験場研究業務報告. 福岡県水産試験場, 191—194 页.
- [8] 石田雅俊, 1979. マナマコの種苗生産研究. 福岡県豊前水産試験場研究業務報告. 福岡県豊前水産試験場, 1—17 页.
- [9] 池田善平, 片山勝介, 1983. マナマコの種苗生産と稚ナマコの飼育について. 岡山水産事報別刷, 40—43.
- [10] 岡山水産試験場, 1984. ナマコ種苗生産技術開発研究. 南西海区アロックス会議別刷, 1—2.
- [11] 菊池要三郎, 1982. ナマコ養殖用の配合飼料と飼育カゴについて. 養殖 1: 118.
- [12] 崔相, 1963. ナマコの研究. 海文堂, 109—114 页.
- [13] Crozie, W. J., 1918. The amount of bottom sand material ingested by holothurian (*Stichopus*). *Journ. Exp. Zool.* 26: 379—389.
- [14] Hunt, O. D., 1925. The food of the bottom fauna of the Plymouth fishery ground. *Journ. Mar. Biol. Assoc.* 13: 560—599.
- [15] Tanaka, Y., 1958a. Feeding and digestive processes of *Stichopus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 9(1): 14—28.
- [16] Tanikawa, E., M. Akiba, and S. Yoshitani, 1955. Studies on the nutritive value of the meat of sea-cucumber (*Stichopus japonicus* Selenka) II. seasonal changes of chemical components of the meat of *Stichopus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 5(4): 341—345.
- [17] Yamanouchi, T., 1939. Ecological and physiological studies on the holothurians in the coral reef of Palao islands. *Palao Trop. Biol. St. Stud.* 1(4): 603—635.
- [18] Мокрецова, Н. Д. 1973. Искусственное разведение трепанга в заливе Петра Великого. Рыбное Хозяйство 11: 7—8.

A STUDY ON TECHNOLOGY FOR REARING OF POSTLARVAE AND JUVENILES OF SEA-CUCUMBER IN HIGH DENSITY TANKS

Sui Xilin, Hu Qingming and Chen Yuan

(Research Institute of Marine Fisheries, Liaoning, Dalian)

ABSTRACT

The paper deals with the technology for rearing in high density tanks of postlarvae and juveniles of sea-cucumber *Apostichopus japonicus* Selenka.

1. During rearing on the settling plates, the settling density of postlarvae was about 1.0 individual per cm^2 . Survival rates were 25—30% after rearing for a month with flowing water (preferably with slow flowing water or changes of fresh water).

2. The postlarvae in high density in the later period (3—5 mm in length) were reared in net cages with flowing water and fed with ground algae (*Sargassum thunbergii* (Mert) Q'Kuntze) and artificial food in equal amounts. During this period, survival rate was over 50% in each tank, and 59.1% on an average. Four thousand three hundred thirty five juveniles of sea-cucumber per m^3 were produced. Their body lengths were 23.7 mm on an average.

3. The growth and weight of postlarvae and juveniles of sea-cucumber may be increased quickly by raising appropriately the raw protein content in artificial food. When the juveniles are cultivated on a large scale, measures should be taken to prevent rotting of the food residues by water.