

土池人工培育菲律宾蛤仔浮游幼虫研究*

邱文仁 付素宝

(厦门大学海洋学系)

周栋田

(晋江县东石贝类养殖场)

朱 明

(晋江县水产局)

施并章

(厦门大学海洋学系)

摘 要

本文报道1975—1982年菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) (简称蛤仔) 的浮游幼虫培育的试验结果。

露天土池可大量培育蛤仔的浮游幼虫, 它提供较稳定理化因素, 在蛤仔产卵盛期, 水温18—27℃, 比重1.018—1.024, pH值6.7—8.7, 溶解氧3.13—10.20毫升/升。幼虫的饵料主要靠施肥, 以繁殖浮游植物, 辅以接引角毛藻、湛江叉鞭藻。换水、添水和流动水可使幼虫的成活率从9.8%提高到30.1%, 稚贝附着量从3689.8万个/亩增至14422.4万个/亩。

双壳类软体动物的浮游幼虫的培育, 约有百年的研究历史, 国内外的报道不少^[1-4]。但这些试验都在室内或小规模、小批量地进行, 直接应用于室外、大面积、大批量生产尚有较大的距离。

1975年福建省晋江县东石贝类养殖场, 首先采取露天土池进行蛤仔人工育苗试验获得成功。此后全省无厝多点试验, 1981年全省较广泛推广, 1982年全省人工育苗土地约200多亩。

实 验 方 法

采用露天土池大水体的生产性培育与室内小水体的探索性试验相结合, 以小型实验结果指导大面积生产。

* 参加本项的还有: 晋江县水产局蒋才习、许瑞安; 东石贝类养殖场谢朝亮、陈文章等; 厦门大学海洋学系肖金华、吴冲洲、刘正琮、何滋生、洪万树等及海生76、77级部分学生。许振祖指导这项工作。

一、露天土池观测

1. 育苗土池: 1981年前共4口, 其面积分别为1.58、6.90、9.50、35.00亩, 总面积近53亩。
2. 池况观测: 育苗期间每天上、下午各一次测定水温、比重、pH值、水色、透明度。
3. 浮游幼虫和饵料生物的观察: 用200目尼龙筛绢制成的锥形浮游生物网, 分站垂直采样, 样品在双筒解剖镜或显微镜下观察幼虫发育、数量、胃饱满度和计算浮游植物的数量。
4. 施肥: 如发现土池中饵料生物不足, 施以适量的尿素、过磷酸钙或人尿, 繁殖饵料生物。

二、室内小型实验

(一) 浮游幼虫发育与环境理化因子的关系

测定不同水温、比重、pH值、溶解氧对浮游幼虫发育的影响。

(二) 浮游幼虫与饵料的关系

1. 饵料培养: 培养大量角毛藻、湛江叉鞭藻, 供土池接种和室内小型试验。
2. 施肥量和浮游植物密度与幼虫胃饱满度关系的观察。

(三) 提高浮游幼虫发育速度和成活率的主要措施

1. 换水*: 大致相同水体更换。
2. 添水: 添进新鲜水体;
3. 流动水: 利用涨潮或育苗池旁盐场纳潮大沟关满水, 造成对土池的高水长位, 延长水体入池时间并增大水体和流速, 促进池水缓慢流动。

实 验 结 果

一、浮游幼虫与环境理化因子的关系

1. 水温: 从1975—1982年育苗期间(10—11月)逐日观测的结果, 水温波动范围为11—29℃, 其间以10月上旬至下旬为产卵最盛期, 最适宜水温18—27℃, 日平均水温21—25℃, 幼虫发育最正常、最快(幼虫浮游期为11—12天), 11月上旬至11月下旬, 水温常为14—25℃, 日平均水温波动范围为15.8—23.1℃, 幼虫发育较缓慢(幼虫浮游期为15—16天)。可见, 在育苗期间, 最适宜水温范围内, 水温越高, 发育越快, 幼虫浮

* 本点育苗池疏离于池边排水大沟边, 利用退潮排干大海水, 让沙岸池中的水自然渗透漏出部分水, 涨潮时, 再补充同样水。

游期就越短。

2. 比重: 本实验点育苗土池, 地处盐场旁边, 不受淡水注入的影响, 但池边都是砂质农地, 近农地池水比重较低, 1976—1980年测得结果是1.010—1.029, 通常是1.018—1.026; 经试验证明: 1.007—1.030的海水中幼虫均可存活, 但是最适范围为1.018—1.024, 成活率高可达45—75%。

3. pH值: 1978—1980年测定土池pH值经常为8.2—8.6, 用不同pH值海水(5.1—9.3), 分为12个梯度, 各投入幼虫100只, 3天换水一次, 6天检查其成活率, pH值在6.7—8.7时, 80%以上幼虫能生活, pH值低于6.1或高于9.3幼虫全部死亡。

4. 溶解氧: 我们测定的自然海区海水含氧量为4.40—5.82毫升/升, 育苗池溶解氧为3.13—10.20毫升/升, 波动幅度较大。与当地自然海水比较, 溶解氧下降不多, 而上升显著。在土池浮游幼虫培育期间进行过昼夜连续观测, 未见幼虫生活异常, 八年中也没有发现过池水中缺氧现象。

三、浮游幼虫发育与饵料的关系

浮游幼虫的饵料主要依靠施肥, 以促进池中的浮游植物大量繁殖, 辅以接引小型藻类到土池中, 一般可以满足幼虫的饵料需要。

1. 施肥: 施以尿素、过磷酸钙或人尿, 效果不错, 施肥后3—4天, 浮游植物繁殖达到高峰。为了解施肥效应, 掌握适当施肥量, 进行两个相关试验。

(1) 施肥量与浮游植物繁殖密度、幼虫胃饱满度的关系。

施肥直接效应是浮游植物的大量繁殖, 可以计数了解, 但浮游植物的数量变化并不能全部反映其数量, 因为已部分被浮游幼虫所吞食, 所以还必须从幼虫的胃饱满度来检验浮游植物的实际效应, 数量是否足够, 大小是否合适, 才能综合判断施肥的适时适量(表1)。

结果说明, 施肥实验23天中, 时间间隙不等, 这是根据池中浮游植物多少而定; 施肥的种类、数量较固定, 都见效果(见表1); 检查日期均为3天间隙时间相等, 可较有规律地了解浮游植物消长情况, 综观6次检查表明, 实验时幼虫的密度为1000—2000只/米³, 当浮游植物为27.3万个/米³, 幼虫70%空胃, 30%半胃, 说明浮游植物严重不足; 当浮游植物低于1000个/米³, 幼虫多数半胃、少数饱满, 说明浮游植物还满足不了; 当浮游植物达到2500个/米³以上, 幼虫全部饱满, 说明浮游植物充足。水色亦呈绿色或黄绿色。

(2) 施肥量、浮游植物密度与溶解氧、pH值的关系

水体中溶解氧、pH值变化原因之一是水生动植物呼吸作用引起的, 施肥时要避免过肥, 防止植物过度繁殖而引起水质变化(表2)。

表1. 施肥量、浮游植物密度、幼虫胃饱满度

施肥情况				检查日期	浮游植物密度 (万个/米 ³)	幼虫胃饱满度(%)		
日期 (月、日)	种类	数量 (克/亩)	浓度 ppm			空胃	半胃	饱满
1977 10.6	尿素	250	0.25	10.10	3074.5			100
	过磷酸钙	80	0.08					
10.11	尿素	150	0.15	10.13	27.3	70	30	
	过磷酸钙	50	0.05					
10.15	尿素	250	0.25	10.16	877.8		大部分	少数
	过磷酸钙	80	0.08					
10.16	三氯化铁	12.7	0.013	10.19	2551.3			100
10.20	人尿	47500*	47.50	10.22	2644.2			100
10.24	人尿	31750**	31.60					
10.25	尿素	250	0.25	10.25	965.2		大部分	少数
	过磷酸钙	80	0.08					
10.27	人尿	31650	31.6	10.28	3201.0			100

* 人尿95斤/亩

** 人尿63.3斤/亩

表2. 施肥量、浮游生物密度与溶解氧、pH值的变化

施肥、换水、添水情况				浮游植物繁殖情况		溶解氧与 pH 值的变化			
时 间 (月、日、午)	尿 素		过磷酸钙		取样时间 (月、日、时、分)	密 度 (万个/米 ³)	取样时间 (月、日、时)	溶解氧	pH 值
	(克)	(ppm)	(克)	(ppm)					
10.20 上午	400	0.38	150	0.140	10.20.8 00	447.5	10.23.6	5.22	8.23
10.22 上午		0.24	100	0.095			10.23.15	6.53	8.42
10.24 上午	250				10.22.8:00	1234	10.25.7	5.55	8.53
	650	0.62	250	0.24			10.25.16	10.32	8.73
10.25 晚间					换水1/3			10.24.8:00	21000
10.26 晚间	添水1/3				10.26.8 00	3 400	10.2.2	5.72	8.72
10.27 晚间	添水1/3				10.28.8 00	24700	10.26.6	6.42	
							10.2.16	8.89	8.4
							10.27.	9.19	8.86
							10.27.16	9.61	8.55

注：此项实验在1号池进行 水深1米 水温：19.5—25.5℃ 比重：1.010—1.022

从此实验可以看出，1978年10月20—24日，每间隔一天施肥一次，施肥量：尿素2.6市斤（总浓度1.24ppm），过磷酸钙1市斤（总浓度1.33ppm），一两天后浮游植物

大量繁殖,密度为21000万个/米³、36400万个/米³,水呈棕褐色,水质突变,溶解氧达10.32毫升/升,pH值8.95,好在及时发现,于25—27日每晚换水或添水1/3,改善水质,幼虫继续正常生活。

2. 接种(或称投饵):初期浮游幼虫的培育接引角毛藻、湛江叉鞭藻等为“种子”当饵料(表3)。

表3 D形幼虫与壳顶幼虫胃饱满度比较

发育期	空胃(%)	半胃(%)	饱满(%)
D形幼虫	31	6.1	8
D形幼虫	3.28	51.7	20.8
壳顶幼虫	0	47.3	52.7
D形幼虫	3.45	55.2	41.35
壳顶幼虫	1.4	19.6	79
D形幼虫	0	14.3	85.7
壳顶幼虫	0.0	4.9	95.1
D形幼虫	0	0	100
壳顶幼虫	0	0	100

从表3实验结果看出,每隔2天(78年10月),进行5个批次的D型幼虫和壳顶幼虫饱满度的分析,幼虫随着发育,摄食能力逐步增强,反映在幼虫空胃率逐步下降,半胃率、饱满率逐步相应地提高,说明初期的浮游幼虫,因个体小、口器刚形成、滤食能力差,要补充小型藻类,才能提高其成活率。

三、提高浮游幼虫发育速度和成活率

上述现场观测、实验结果,提供我们增产的科学依据。为了改善水质、增加饵料,采用最简便的措施,先在室内实验,尔后土池验证。

1. 换水、添水(表4)

两次各五个组的实验结果(见表4),每次第5组是对照组效果最差,说明不更换水体,培育效果差,差距又很大。

上述试验在土池进行,也是类似结果(表5)。

3号池不换水、添水不多,五天后检查幼虫成活率只是32%和23.8%,平均增长33.5微米和36.8微米。这充分说明换、添水多,效果好。

2. 流动水:换水、添水固然可以更新水体,改善水质,但水体更新较小。以后利用涨潮或盐场纳潮大沟关满水造成高水位,加长水体入池时间,稍为加大水体和流速,促进较大水体更新和池内水体缓慢流动,更换,效果更好(表6)。

水流动要看水流速度和流动时间,流量与这两者成正比。本实验流速差不多,但时间不一样,效果不同,由表6可知水体流动时间长,流量大,效果更好。

表4 室内不同换水、添水量的幼虫培育

组别	培育水体 (毫升)	日换水、添水量 (毫升)		幼虫培育情况				
		换水	添水	投放数 (只)	五天后 成活率 (%)	放入时 平均体长 (微米)	五天后 平均体长 (微米)	增长 (微米)
1	500	100	100	125	52	112	155	43
2	500	200	200	125	64	108.5	160.7	52.2
3	500	300	300	125	72	103	163.6	60.6
4	100	0	80	25	40	114.1	151.6	37.5
5	500	0	0	125	21	97.4	123.8	26.4
1	500	100	100	125	49	97.4	143.2	46.2
2	500	200	200	125	62	99	152.9	58.9
3	500	300	300	125	75	94.1	152.8	58.7
4	100	0	80	25	38	100.7	165.0	64.3
5	500	9	0	125	19	99	123.7	24.7

表5 土池不同换水、添水量的幼虫培育效果 1981.10.31—11.5

土池号	实验次数	水体高 (米)	平均幼虫数 (只/毫升)	换水 (米)	添水 (米)	成活率 (%)	抽样数 (只)	平均 增长 (微米)	理化因子(平均值)		
									水温 (°C)	比重	pH 值
4	1	0.40	1.2	0.05	0.15	55	50	45.3	17.6	1.023	8.14
	2	0.50	0.8	0.05	0.15	52.8	50	43.6	16.5	1.024	8.39
2	1	0.65	1.1	0.03	0.18	50.1	50	48.6	24	1.023	8.30
	2	0.65	0.6	0.06	0.18	46.5	50	42.2	18.1	1.025	8.35
3	1	0.70	0.33	0	0.05	32	50	33.5	24	1.024	8.50
	2	0.65	0.58	0	0.06	23.8	50	36.8	19	1.026	8.60

注：换水、添水、检查成活率和平均增长，均五天进行一次。

表6 土池不同流动水时间的幼虫培育效果 1981.10—1

池号	流水		幼虫密度 (只/毫升)	六天后幼虫情况				土池理化因子(6天平均值)			
	时间 (时)	速度 (厘米/秒)		抽样数 (只)	胃饱满度 (%)	成活率 (%)	增长数 (微米)	水温 (°C)	比重	pH 值	溶解氧 (毫升/升)
2	14	5—10	1.1	50	70	58	75.4	24.5	1.023	8.3	5.63
1	14	6—11	1.0	50	74	57.3	73.8	23.0	1.22	8.2	5.50
3	8	5—12	0.55	50	63.1	38.8	63.2	24.3	1.024	8.3	4.93
3	8	4—10	0.58	50	59.5	40.4	58.8	22.8	1.023	8.4	5.21

更新水体不仅可加速幼虫的发育，提高幼虫成活率，同时可提高培育幼虫的密度，藉以提高产量(表7)。

表7 培养方式、幼虫密度与成活率 1979.10.6—14

培养方式	幼虫密度(只/毫升)	成活率(%)						理化因子 (平均值)
		0.5	1	3	10	20	25	
换水	1	38	34	28	20.4	12.5	5	水温:24.5°C 比重:1.023 pH值:8.35
	2	42	31	29	18	11.8	4.4	
添水	3	39	29	31	17.6	10.5	3	
	平均	40	31.3	29.3	18.6	11.4	4.1	
不换水	1	29	27	21	14.2	8.7	3	
	2	30	25	18	10	9.5	2	
添水	3	27	23	19	12.6	10.4	4	
	平均	29.3	25	19.3	12.2	9.5	3	

从表7可见,以0.5—25只/毫升六个梯度的幼虫密度做实验,不管那种培育方式,那个组别,以至于每三组的平均值,随着幼虫密度的增加,成活率就循序地递降,如果采取换水又添水方式对比不换水只添水,前者平均成活率依次比后者高,更有趣的是换水又添水,幼虫密度为3只/毫升,三组幼虫成活率的平均值完全等于不换水只添水幼虫密度为0.5只/毫升的平均成活率,前者为后者之6倍。说明水体经常更新,可充分发挥较高密度培育的潜力。

八年来,我们采用土池培育蚱蜢的浮游幼虫的方式,不断地改进和提高,前后采用方式大致为关水、静水;换水、添水和流动水。从1975—1982年浮游幼虫培育的概况,可进一步说明这个结果决非偶然(表8)。

表8 历年浮游幼虫培育概况

年份	总面积(亩)	培育方式	浮游期(天)	幼虫总数(亿只)	幼虫成活率(%)	稚虫总数(亿个)	单位附着力(万个/亩)
1975	1.58	关水、施肥	10—16	6.10	9.8	0.58	3689.8
1976	6.90	换水、添水	12—17	11.80	14.6	1.05	2581.1
1977	18	施肥、接种	12—15	48.00	14.0	6.73	3733.9
1978	18		12—16	21.10	7.2	1.52	850.0
1979	18		11—15	63.80	14.7	9.13	5072.2
1980	18		10—16	105.50	20.7	26.13	14554.4
1981	53	加大换水、添水量、施肥	12—16	190.70	29.2	55.74	10516.9
1982	116	流动水、施肥	12—15	555.81	30.1	167.30	14422.4

历年育苗总概况说明,随着育苗方式的改进及育苗技术的提高,浮游幼虫培育水平也就不断上升。幼虫成活率从9.8% (1975年) 提高至30.1% (1982年),单位面积稚贝附着量从3689.8万个/亩 (1975年) 提高至14422.4万个/亩。经过八年提高3—4倍。

讨 论

一、蛤仔的生殖产物直接排放到海水中,并在海水中受精、发育,发育经过浮游幼虫阶段,所以土池要关水育苗,主要是培育浮游幼虫的需要。间接发育的幼虫不仅与稚贝及成蛤面目全非,而且幼虫各发育期形态也各异,对环境条件较敏感,整个浮游期又较长,因此,浮游幼虫的培育是整个人工育苗过程最复杂的阶段。最关键的一环,从这意义说,土池人工育苗的实质,就是在土池中更好地培育浮游幼虫。

二、蛤仔的幼虫与其他双壳类幼虫的生长规律大体类似。即从不长—缓慢增长—暂停生长这个特点,浮游幼虫阶段以发育为主,生长为次,在发育过程中相应地一些增长,所以浮游幼虫的抚育应称培育比称培养更确切。

二、正是由于浮游幼虫的培育是人工育苗成败最重要一环,所以蛤仔人工育苗的技术水平,常以幼虫的成活率高低当为主要指标之一。据日本有关报道^[5],认为孵化的幼虫到附(沉)着稚贝达10%的成活率就算成功。那是1968年提出的,本实验点1975年浮游幼虫成活率为9.8%,接近这个水平,1975—1982年间,除1978年因意外事故下降至7.2%以外,1976、1977、1979年都在14%以上,1980—1982年提高到20.7—30.1%,这个结果应算是很大成功的一方面。另一方面,我们从幼虫的培育密度水平还相当低。Loosanoff和Davis^[7]指出:“如果投喂足够的补充饵料,幼虫能够密度达到每毫升50个体,在我们的小型孵化场试验中,每15天可以在每平方呎水面培养出100万左右幼蛤达到附着期”,这些设想的可能性高于高度现代化设备、小型孵化场进行的试验,面对我们目前简陋的土池、大规模生产,要达到这高指标是不可能的。这几年,我们培育密度为0.4—0.73只/毫升,1981年部分达到1.2只/毫升,这说明水平太低,差距太大,大有潜力可挖,如果土池能普遍提高到1.2只/毫升,那培育效果可提高近2—3倍,而且目前海塗围垦区平均亩产量大致仅是土池亩产量的1/9,悬殊更大,必须继续研究提高,因为幼虫培育的密度关系到它们的正常发育、生长,以及更有效地利用已有的水体,培育出尽可能多的稚贝。

三、蛤仔浮游幼虫的培育成败的关键是良好的水质和适宜的饵料。前者是幼虫发育生长的先决条件,而后者又是幼虫发育生长的物质基础。

八年来的生产性试验,上述三项正是针对这两个关键进行研究的成果。前两项即研

究浮游幼虫发育与环境理化因子和饵料关系,正是为了摸清情况,发现问题,实验分析,采取局部措施;后一项正是为了不断改善水质和增添自然饵料,带有较全面的增产措施。

1.理化因素:土池提供较稳定水温、比重,但pH值和溶解氧波动较大,这些因子中,水温、比重对幼虫的发育在最适应范围内,有直接正效应,即两者越高,发育越快,尤以水温的影响更加明显,Loosanoff等(1963)关于幼虫的培养方法述及:

“许多因素直接影响直线铰合期至变态面盘幼虫的生长率,我们实验室工作主要控制因素是饵料和水温”。说明水温是主要因素,但在露天土池不能控制,就要利用大自然气候规律。南方蛤仔都是在生物秋季繁殖,温度是逐渐下降的趋势,所以生产上要注意这特点,在蛤仔性腺成熟的基础上,力争早育苗,因为温度高可促进幼虫发育和饵料的繁殖,缩短浮游期,对育苗工作最有利。据观测,土池与自然海区温差一般为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,在高温期土池水温又稍高,育苗更好。pH值在土池水质中是最值得密切注视的化学指标,因为土池水,一般是静水,动、植物密度大,生物的呼吸作用,蛤仔在池中受精的残余精卵以及其它有机质分解等因素,都会引起酸碱度的变化,加上土池施肥,浮游植物过量繁殖都会引起pH值突变,失去常态对幼虫的正常发育会产生严重的影响。

2.通过施肥、接种可以解决饵料,施肥要适时,适量,以少量多次为宜,要观水色(一般以黄绿色为好)、测透明度、配合室内观察、了解浮游植物种类、数量,幼虫胃饱满度,然后确定施肥、接种的种类和数量。

3.换水、添水、流动水是改善水质、增加自然饵料的好措施,以现有的认识,它是今后在土池中提高幼虫成活率、密度,以达到增产目的现实寄托之一。

参 考 文 献

- [1] 聂宗庆, 国外水产, 1965, 3, 13—17.
- [2] 龙海县水产局等, 厦门大学学报(自然科学版), 1976, 2, 16—37.
- [3] 何进金等, 水产学报, 5(1981), 4, 275—254.
- [4] 林笔水等, 水产学报, 7(1983), 1, 15—23.
- [5] 蔡天来, 国外水产技术资料, 1973, 1, 64—67.
- [6] Loosanoff, V. L. & Davis, C. H., *Advances in marine Biology*, Vol. 1, 1963.
- [7] Loosanoff, V. L. & Davis, C. H., *Commercial Review*, 26(1966), 1, 1—11.