

菲律宾蛤仔的生长发育*

齐秋贞** 杨明月

(国家海洋局第三海洋研究所)

提 要 本文以菲律宾蛤仔的受精卵孵化、蛤苗培育至成贝生长等阶段的发育生长速度为主要研究对象。文中系统地记述了菲律宾蛤仔的胚胎发育、浮游幼虫培育、幼苗至成贝诸阶段的生长发育速度、生长特点以及亲蛤的繁殖能力。经1978—81年三年暂养试验表明,9月底将亲蛤暂养于池塘内并适当地控制生态条件,能使亲蛤的性腺保持三个月不排放精卵,从而可延长繁殖期,做到有计划地分批催产和育苗。1至3龄亲蛤都能繁殖后代,但以3龄亲蛤为好。

主题词 菲律宾蛤仔,生长,发育,繁殖

国内外学者对菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) (简称蛤仔,下同)作过多方面的研究。在日本,有关于蛤仔生态条件、生殖周期和养殖、幼虫形态以及附着初期的生长等发表过不少文章^[14-20]。在美国,Loosanoff V. L. (1963, 1966)曾简述过蛤仔幼虫形态和大小,Williams J. G. (1980)叙述过蛤仔的附着和生长。过去我国对蛤仔的形态、生殖周期以及增养殖也曾作过不少研究^[3-6],近年来进一步对蛤仔的土池人工育苗^[6,11,12]、生殖机制^[1]、幼虫实验生态开展了大量研究^[7-10]。为了给蛤仔的工厂化育苗提供翔实的理论依据和促进蛤仔增养殖业的发展,笔者曾在“菲律宾蛤仔的生活史”^[8]一文中详细地描述了蛤仔受精卵至蛤苗各发育阶段的形态特征。本文是在此基础上进一步地报道蛤仔从胚胎、浮游幼虫、幼苗至成贝各阶段的发育和生长的速度以及性腺发育和繁殖的特性。对1至3龄亲贝的繁育后代能力也进行了一些探讨。

材 料 和 方 法

发育: 采用室内人工催产、受精和培育,观察和记录其速度。

生长: 1980年11月至1981年10月,从福建省晋江县东石贝类养殖场1号池,每月定点采集蛤苗100个,测量其壳长,壳高,然后用波恩氏液固定一个月,用70%酒精保存。挑选标本最大个体10个,称体重和壳重,解剖检查性腺发育期。

性腺发育: 1979年5月至1980年4月,每月从福建省长乐县江田养殖场和晋江县东石贝类养殖场海滩,采集2至3龄蛤仔60个。测量壳长、壳高和称重,尔后解剖20个,观察性腺,性腺组织切片用波恩氏液固定10个,石蜡包埋其性腺,横切面厚度8—10微

* 林笔水、吴天明参加部分工作;黄炳章、陈其焕、何进金、韦信敏、许章程、黄翔玲等同志协助部分采集,一并致谢。

** 现在福建师范大学生物学系工作。

米,杜氏苏木精染色,伊红复染。按李嘉泳等^[8]分期法分期。

数据整理:

$$(1) \text{ 浮游幼虫的壳长日增长率}(L\%, \text{即瞬间相对增长率}K) = \frac{2.303}{t} \log \frac{L_n}{L_0}$$

(2) 蛤苗的生长速度,按下列公式计算,

$$\text{壳长月增长率}(L\%) = \frac{L_t - L_{(t-1)}}{L_{(t-1)}} \times 100\%;$$

$$\text{体重月增重率}(W\%) = \frac{W_t - W_{(t-1)}}{W_{(t-1)}} \times 100\%;$$

$$\text{单位壳长的肉重} = \frac{\text{肉重(毫克)}}{\text{壳长(毫米)}};$$

$$\text{单位壳长的壳重} = \frac{\text{壳重(毫克)}}{\text{壳长(毫米)}}。$$

结 果

(一) 发育速度

1. 胚胎发育(表1) 在恒温(25°C)和自然水温(22—24°C)条件下,蛤仔胚胎发育速度不同。恒温的发育快且较一致,从受精到孵化历经4小时29分;自然水温的约6小时

表1 蛤仔胚胎发育速度

Table 1 The embryonic development rates of the clams

发育期 Development stages	出现时刻 (小时:分) Time of appearance (hr: mins.)	
	自然水温(22—24°C) Natural water temp.	恒温* (25°C) Constant temp.
精子×卵子 fertilized Egg	0	0
第一极体 1st polar body	0:15—0:24	0:15
第二极体 2nd polar body	0:19—0:44	0:20
2细胞期 2-cell	1:00—1:10	0:35
4细胞期 4-cell	1:04—1:22	1:00
8细胞期 8-cell	1:19—1:47	1:20
16细胞期 16-cell	1:50—2:10	1:45
32细胞期 32-cell	2:00—2:16	2:05
桑椹胚期 Morula	2:32—2:38	2:20
囊胚期 Blastula	2:42—3:00	2:38
原肠胚期 Gastrula	2:52—5:59	3:45
孵化 Incubation	6:30	4:29

* 比重(Specific gravity): 1.021, 1.020

30 分,且发育参差不齐。

2. 浮游幼虫发育(表 2) 从担轮幼虫至壳顶幼虫中期,基本上是逐日演变一期。从出现少量壳顶幼虫后期到稚贝,约经 5 天。整个浮游幼虫阶段发育,历经 9—11 天。

表 2 1 至 3 龄亲蛤孵育的幼体发育速度比较
Table 2 The comparison of development rates of the planktonic larvae bred by 1-year to 3-year old parent clams

发育期 Development Stages	天数 Days																	
	1			2			3			5			8			9		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D 形面盘幼虫 Pattern D larva	100	100	100	7	5.5	13.5												
壳顶幼虫初期 Early umbo-veliger				92	94.5	86.5	30.5	28	35.5	20.5	21	18.5						
壳顶幼虫中期 Median umbo-veliger							69.5	72	64.5	79.5	77.5	58	14.5	3	5	8.5		
壳顶幼虫后期 Late umbo-veliger													1.5	23.5	85.5	96.5	91.5	
稚 贝 Young shell																		出现少量 Less amount

一龄亲蛤壳长(Shell-length of 1-year old clams) 22.5—23 mm,

二龄亲蛤壳长(Shell-length of 2-year old clams) 30 mm,

三龄亲蛤壳长(Shell-length of 3-year old clams) 37—40 mm,

催产日期: 1981 年 11 月 4 日上午 10:30. Induced spawning date: at 10:30 am on Nov. 4, 1981.

3. 性腺发育与分期 (1)从性腺覆盖内脏囊表面的程度,可分为四期(表 3.4): O 期,清楚地看到消化腺,而生殖腺难以辨认; I 期,生殖腺呈斑点状或乳白色混浊地分布; II 期,覆盖大部份,且两侧中部的生殖腺,呈树枝状分布; III 期,内脏表面全被生殖腺遮盖,且丰满、呈豆状鼓起。精子、卵子已成熟,具有受精能力。

(2)从周年的雌性腺组织切片观察,滤泡和卵母细胞的发育程度,可分为五期:

增殖期(图 1, A—C, H) 1 至 3 月和 8 月,月平均水温 12.9—10.2—12.7°C, 27.2°C。生殖腺的特征是,滤泡呈带状或叶毛状,滤泡腔显著,滤泡上皮分化出卵原细胞,最初卵原细胞呈粗点状,附于滤泡壁上,胞径为 4—9 微米。随后卵原细胞增多,胞体增大。

生长期(图 1, D—F) 4 至 6 月,月平均水温 16.0—19.9—23.6°C。卵母细胞体逐渐增大,向滤泡腔内突入,多数为梨形或不规则形。胞径为 44×29.6—76.6×79.5 微米。滤泡上皮还分化出少量的卵原细胞。

成熟期(图 1, G, I) 7、9 月,月平均水温 26.1°C, 27.1°C。滤泡中堆积着大小不等的

表3 蛤苗的性腺发育*
Table 3 The gonad development of the spats

采样日期 Sampling date	月平均水温(℃) Average water temp. per month (℃)	月龄 Monthly age	发育期(%) Development stages			
			0	I	II	III
1987年1月8日—3月10日	13.3—15.8	3—5	100			
4.10.	20.6	6	20	80		
5.15.	22.4	7		100		
6.10.	26.0	8		100		
7.8.	29.8	9		50	50	
8.10.	31.0	10		40	60	
9.11.	29.4	11		80	70	
9.26.	27.3	11.5		5	40	55
10.7.	24.9	12			30	70

* 蛤苗采自晋江县东石养殖场育苗池 Spats from the spat-cultivated pond of the Shellfish Breeding Farm at Dong Shi, Jingtang county.

表4 2至3龄蛤仔的性腺发育
Table 4 The gonad development of 2-year to 3-year old parent clams

采样日期 Sampling date	月平均水温(℃) Average water temp. per month	个数 No.	发育期(%) Development stages			
			0	I	II	III
1979年5月11日	19.9	30		100		
6.16.	23.6	40		100		
7.18.	26.1	20	15	80	5	
8.14.	27.2	20		100		
9.13.	27.4	20		80	20	
9.27.	26.6	20				100
10.10.	23.2	20	5			95
11.14.	19.6	20	5	25	65	5
1980年1月14日	13.9	20	65	35		
2.10.	10.2	20	85	15		
3.29.	12.7	10		100		
4.12.	16.0	20	70	30		
5.4.	18.9	10		90	10	

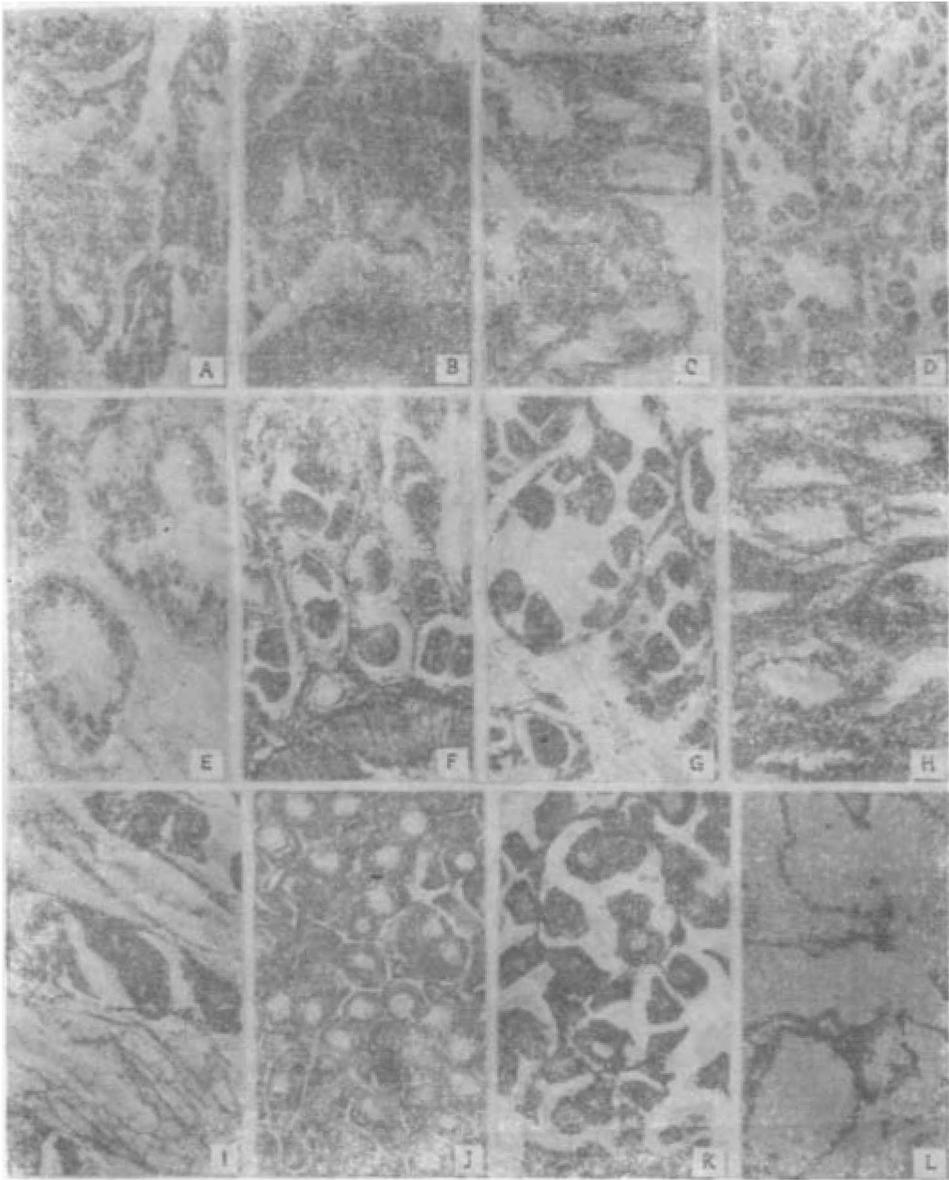


图 1 雌性蛤仔的周年性腺发育

A-C, H. 增殖期 D-F. 生长期 G, I. 成熟期 J-K. 生殖期 L. 生殖后期 采样日期: A, 1980.1.14.
B, 1980.2.10. C, 1980.3.29 D, 1980.4.12 E, 1979.5.11 F, 1979.6.16 G, 1979.7.18 H, 1979.
8.14 I, 1979.9.13 J, 1979.10.10 K, 1979.11.14. L, 1979.12.14.

Fig. 1 The yearly development of gonads of the female clams

A-C, H. Proliferation period D-F. Growth period G, I. Maturation period J, K. Reproduction period L. Late reproduction period Sampling date: A, Jan. 14, 1980 B, Feb. 10, 1980 C, Mar. 29, 1980 D, Apr. 12, 1980 E, May 11, 1979 F, June 16, 1979 G, July 18, 1979 H, Aug. 14, 1979 I, Sept. 13, 1979 J, Oct. 10, 1979 K, Nov. 14, 1979 L, Dec. 14, 1979

卵母细胞,且卵母细胞明显增大,胞径为 58.5×58.5 — 80.5×68.6 微米。九月份几乎看不到卵原细胞。

生殖期(图 1, J-K) 10至11月,月平均水温 23.2—19.6°C。最初所有滤泡都达到最饱满程度,滤泡之间存留的结缔组织极少。随着卵母细胞分批排出,滤泡腔渐渐空虚,滤泡松裂。

生殖后期(图 1, L) 12月平均水温 15.8°C。滤泡壁破裂,无卵母细胞,个别尚残存卵母细胞,或滤泡上皮组织又分化出极少量的卵原细胞。

(二) 生长特点

1. 浮游幼虫的生长(图 2) 整个浮游幼虫阶段共十一天。增长率从第一天出现担轮幼虫前期始,到D形面盘幼虫达最高值(33.4%)止。此后逐日下降,第十一天时出现匍匐幼虫,降为 8%。

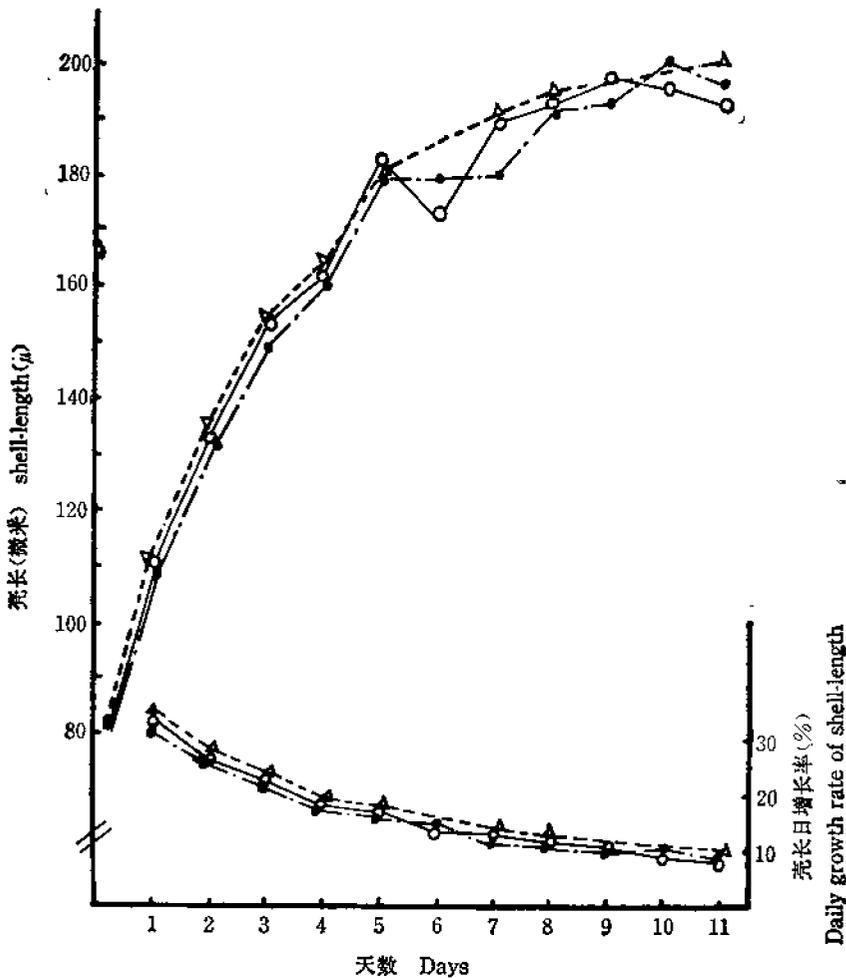


图 2 1至3龄蛤仔孵育的浮游幼虫生长速度

Fig. 2 The growth rates of planktonic larvae bred by 1-year to 3-year old parent clams

○—○—1-龄 1-year-old; ●—●—2-龄 2-year-old; △—△—3-龄 3-year-old

2. 蛤苗的生长(图3、4) 从蛤苗壳长的平均值和最大值的周年变化表明,最初九个月生长快,尔后生长缓慢。12月龄壳长几乎没有增长。在周年增长率中,体重比同期壳长增长快。前八个月,蛤苗的贝壳和软体部的重量并行增长。10月至12月龄(即翌年8—10月),贝壳增重率下降,而软体部却明显上升。其主要原因是性腺发育,生殖细胞迅速增长。

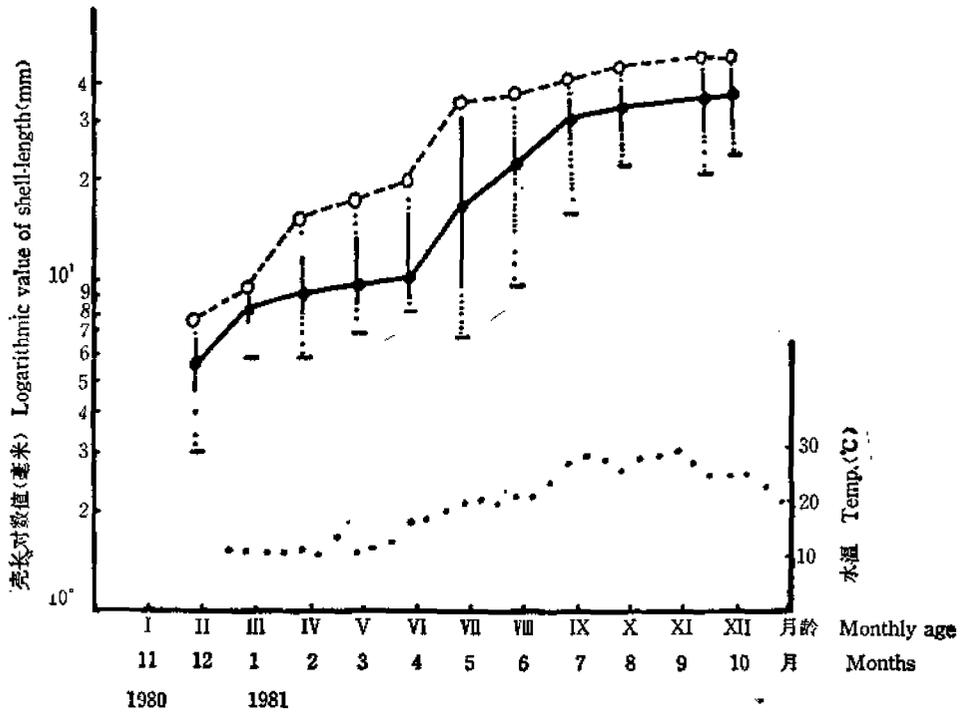


图3 蛤苗周年生长速度

Fig. 3 the yearly growth rates of the spat

○—○最大值 max. value; ●—●平均值 mean value; ———最小值 min. value

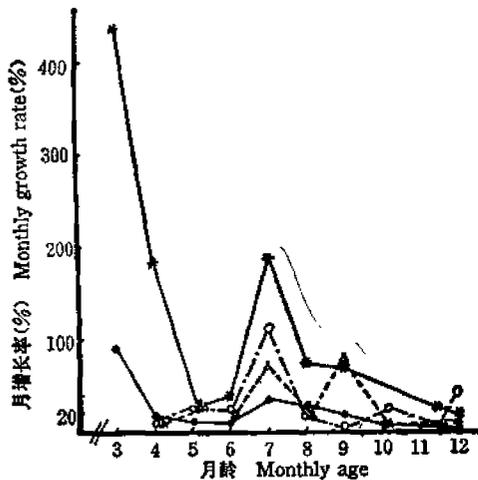


图4 蛤苗的壳长、体重、壳重和软体部重的月增长率

Fig. 4 The monthly growth rates of shell length, gross weight, shell weight and flesh weight of the spat

●—● 体重增长率 growth rate of weight;
 ●—● 壳长增长率 growth rate of shell-length;
 ○—○ 单位壳长的肉增重率 growth rate of flesh-weight per shell-length unit;
 △—△ 单位壳长的壳重增长率 Growth rate of shell-weight per shell-length unit

3. 壳形 从壳高与壳长的比值看出蛤仔的壳形变化(表5)。2、3月龄的比值变化幅度较大(0.57—1.20), 4月龄蛤苗基本定形, 比值多数为0.65—0.68。

表5 蛤仔壳高与壳长的比值

Table 5 The ratio of shell-height to shell-length of the clams

采样日期 Sampling date	年龄 Age	取样(个)数 Sampling (No.)	平均比值($\bar{x} = \frac{H}{L}$) mean ratio	标准差(SE) Standard error	比值范围(m) Limit of ratio	采样地点 Sampling place
1981.1.8.	2月 Month	48	0.8033	±0.1053	0.6122—1.0000	晋江县东石贝类养殖场 The Dong Shi Shellfish breeding farm of Jinjiang county
1.8.	3	48	0.7233	±0.0954	0.5797—1.2000	
2.9.	4	48	0.6708	±0.0495	0.5500—0.8000	
3.10.	5	95	0.6616	±0.0455	0.5714—0.8000	
4.10.	6	80	0.6650	±0.0322	0.6122—0.7927	
5.15.	7	149	0.7121	±0.0447	0.6414—0.8554	
6.10.	8	84	0.6707	±0.0433	0.6207—0.9735	
7.8.	9	103	0.6521	±0.0217	0.6087—0.6915	
8.15.	10	71	0.6559	±0.0219	0.6090—0.6977	
9.26.	11.5	200	0.6762	±0.0298	0.6042—0.8727	
10.7.	12	144	0.6796	±0.0326	0.5388—0.7703	
1978.11.21.— 1979.10.16.	2年 Year	228	0.6816	±0.0389	0.5926—0.8485	
1979.8.14.— 1979.9.27.	2—3	80	0.6685	±0.0574	0.5556—0.9545	

讨 论

1. 生长规律 在蛤苗最初七个月的生长阶段, 由于海区水温回升, 单胞藻丰富, 食饵充足, 幼贝个体明显长大; 而在同样适宜温度和食饵的条件下, 10—12月龄蛤苗的性腺接近成熟, 其个体就增长甚微。这说明蛤苗的生长受年龄、性腺发育和生境条件等内外因素所制约。根据对不同年龄蛤仔的壳长值的统计(1龄是16—28毫米; 2龄为20—35毫米, 3龄是33—42毫米), 又依据田村正^[14]列出的厚岸湖1—6龄蛤仔的壳长值, 说明蛤仔是属于终生生长类型的。若纵观蛤仔生长过程, 其表现出缓慢(胚胎阶段, 体积几乎不变)——快速(担轮幼虫至壳顶幼虫中期)——缓慢(壳顶幼虫后期至稚贝)——快速(头九个月蛤苗)——再缓慢(1龄以上蛤仔)的波动生长规律。因此, 在蛤仔养殖中, 如果要获得高密度和高产量的蛤苗, 应根据蛤苗生长规律和蛤苗的生态条件, 注意选择和改造育苗场。我们对照日本几个海区蛤苗和一龄蛤仔的壳长值, 以及美国华盛顿某商业养殖场海滩采集的秋季附着的蛤仔要到第二年10月亮长达14—16毫米的事实, 从福建三个海区

的蛤仔生长情况(6月龄蛤苗,在晋江县东石是6.3—15.5毫米,在长乐县漳港为5.6—14毫米,在福清县牛头为3.1—13.2毫米;一龄蛤仔壳长17—28毫米)看出,福建沿海是养殖蛤仔的理想场地。

2. 性别与性比 通过蛤苗周年采样、检查、催产和后代培育证实,蛤仔满一足龄即达到性成熟。性腺组织切片表明,蛤仔是雌雄异体,无性变现象。两性在外形上没有第二性征,只有当生殖腺丰满时才能从性腺颜色上区别开来。雌性腺呈乳白色,雄性腺为淡黄色。两性性比,据两年繁殖期所统计的2892个二龄亲蛤,雌性是1620个,占56%;雄性是1272个,占44%。雌性较多于雄性。过去记载^[9],胶州湾蛤仔的卵巢为黄色或橙黄色,精巢为白色。雌雄性比在检查50个中,雌的为23个,46%;雄的27个,54%。1982年笔者曾专程去青岛采样检查,发现福建和胶州湾两海域蛤仔雌雄性腺颜色确实不同。这可能同海况差异有关。蛤仔产卵量与其个体大小及怀卵量等关系密切。通常2、3龄亲蛤产卵量约80万粒,产后残留少量性腺,这是因为蛤仔生殖细胞分批成熟、逐批排放的缘故。

3. 繁殖季节 蛤仔繁殖期在不同海区有差异^[2-4,8,14-17]。过去报导^[8],福建沿海蛤仔产卵期是10月至11月中旬,每年一次。作者从福建长乐县江田和晋江县东石两个贝类养殖场采集蛤仔,并根据其周年性腺组织学(图1)和解剖学检查(表4)证实,9月底至11月中旬是主要繁殖季节,而8月又出现增殖期。但能否说7月底至8月蛤仔也排放精卵?按前几个月性腺发育过程和卵母细胞的形态与数量的分析,在此时间是有排放少量精卵存在的。此外,我们在1978—81年连续三年提早将亲蛤移养于池塘(9.2×4.5×0.7米³);用人工施肥使水中藻类繁殖,并在控制生态条件下精养亲蛤。亲蛤性腺比自然海区的早成熟。当性腺成熟后,就不再更换池内海水,以避免外界环境刺激而导致亲蛤排放精卵。这样使蛤仔性腺丰满状态保持了三月之久(9月底至12月底,比海区延长了一倍时间)。期间,随时可得到性腺成熟的亲蛤进行催产和育苗。因此,工作十分主动。

表6 一至三龄蛤仔催产效果比较

Table 6 The comparison of the induced spawning effects of parent clams of 1-year to 3-year old

日期 Date	1981年10月9日 Oct. 9, 1981.			10月12日 Oct. 12,			10月30日 Oct. 30,			11月4日 Nov. 4,			11月5日 Nov. 5,		
亲蛤年龄 Age of parent clams	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
催产率(%) induced spawning Rate (%)	✓	✓	0	/	✓	0	55	52	40	18	43	37	38	23	86
备注 Notes	一龄亲蛤壳长16—24.5毫米 1-year-old shell-length, 16-24.5mm; 二龄亲蛤壳长28—31毫米 2-year-old shell-length, 28-31mm; 三龄亲蛤壳长36—40毫米 3-year-old shell-length, 36-40mm; “✓”表示亲蛤有排放 “✓” stands for spawning; “0”表示亲蛤无排放 “0” stands for no spawning.														

4. 亲蛤的选择 图2、表2和表6表明,1龄蛤仔催产率和2龄、3龄亲蛤的差不多,且1至3龄亲蛤孵育出的幼虫的生长和发育速度也都比较接近,但以3龄亲蛤孵育的幼

虫较为理想。从怀卵量看,在繁殖期亲蛤性腺虽都很丰满,但3龄亲蛤怀卵量比1、2龄亲蛤要多。因此,在蛤仔人工育苗中选用3龄的更好。

参 考 文 献

- [1] 方永强,1982. 菲律宾蛤仔生殖机制的研究. II. 氨海水促使卵母细胞成熟的超微结构研究. 台湾海峡, 1(2): 99—105.
- [2] 刘永峰等,1979. 蛤仔生殖期的研究. 动物学杂志, 4: 1—4.
- [3] 李嘉泳、邹仁林,1962. 胶州湾两种习见帘蛤的生殖周期. 山东海洋学院学报, 1: 49—64.
- [4] 李明杰,1966. 黄海北部蛤仔生态学方面的研究. 太平洋西部渔业研究委员会第九次全体会议论文集. 169—175, 科学出版社.
- [5] 邱清华,1959. 杂色蛤的形态习性和养殖法. 动物学杂志, 3(11): 911—917.
- [6] 邱文仁等,1983. 土池人工培育菲律宾蛤仔浮游幼虫研究. 厦门大学学报(自然科学版), 22(4): 514—522.
- [7] 齐秋贞等,1981. 菲律宾蛤仔室内催产研究——阴干、氨海水和性诱导法. 水产学报, 5(3): 235—243.
- [8] 齐秋贞,1987. 菲律宾蛤仔的生活史. 水产学报, 11(2): 111—119.
- [9] 何进金等,1981. 菲律宾蛤仔幼虫食料和食性的研究. 水产学报, 5(4): 275—284.
- [10] 林笔水等,1983. 温度和盐度对菲律宾蛤仔稚贝生长及发育的影响. 水产学报, 7(1): 15—23.
- [11] 施并章等,1984. 菲律宾蛤仔土池育苗中产卵的研究. 厦门大学学报(自然科学版), 23(2): 211—216.
- [12] 周栋田等,1984. 土池人工培育菲律宾蛤仔稚贝研究. 厦门大学学报(自然科学版), 23(4): 515—522.
- [13] 蔡英亚等,1979. 贝类学概论, 187. 上海科学技术出版社.
- [14] 田村正孝,1973. 浅海增殖学, 244—251. 恒星社厚生阁.
- [15] 田中弥太郎,1954. 有明海産重要二枚貝の産卵期. III. アサリにつムコ. 日本水産学会誌, 19(12): 1165—1167.
- [16] 安田治三郎等,1954. アサリの産卵期に就いて. 日本水産学会誌, 26: 277—279.
- [17] 池末弥,1957. アサリの生态研究. II. 沈着期と初期生长. 日本水産学会誌, 22(12): 736—741.
- [18] 吉田裕,1964. 贝类种苗学, 157—161. 北隆馆.
- [19] 相良顺一郎, 1952. アサリ、ハマグリとの棲息密度と生長との関係、並びに相互間の影響につひて. 日本水産学会誌, 18(6): 249—262.
- [20] ——, 1981. アサリとハマグリの生理生态. 海洋と生物, 13(Vol. 3(2)): 102—105.
- [21] Loosanoff V. L., Davis H. C., 1968. Rearing of Bivalve Mollusks *Advances Marine Biology*, 1: 1—126.
- [22] ——, 1966. Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. *Malacologia*, 4(2): 351—435.
- [23] Williams J. G., 1980.a. The influence of adults on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica*. *Journal of Marine Research*, 38(4): 729—741.
- [24] ——, 1980.b. Growth and survival in newly settled spat of the manila clam, *Tapes japonica*. *Fishery Bulletin*. 77(4): 891—900.

THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CLAM *RUDITAPES PHILIPPINARUM*

Qi Qiuzheng and Yang Mingyue

(The Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

ABSTRACT The development rates of the clams at various stages from embryos, planktonic larvae and spats to adult as well as the growth features and the

development of gonad have been studied in this experiment. Fertilized eggs were obtained from artificial induced breeding of *Ruditapes philippinarum* in laboratory, spats were collected in the sea area each year, and biological measurements and histological study of gonad were conducted. It was found by 3-year temporal culturing experiments(1978—1981) that gonads of parent clams could remain unproducing within three months by temporal culturing in pools. At the end of September under crucially controlled ecological conditions, this prolonging of time makes convenient to the induced breeding and spating in batches. Experiment indicated that all parent clams from 1-year to 3-year could propagate, but the 3-year clams were better.

KEYWORDS clam(*Ruditapes Philippinarum*), growth, development, propagation