

青蛤的繁殖周期

曾志南* 李复雪

(厦门大学海洋系, 厦门 361005)

提 要

青蛤 *Cyclina sinensis* 采自福建漳浦佛昙湾。依据青蛤生殖细胞的发育规律, 把生殖腺发育过程分为五期: 增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止期。青蛤怀卵量与个体体积存在线性关系: $F = 0.6046 + 0.1266V$ 。根据青蛤肥满度、生殖腺指数和性成熟率等指标的周年变化规律, 并结合性腺组织切片观察结果, 认为青蛤繁殖期在9—12月, 其中9月下旬至10月中旬为繁殖盛期。文中还就水温与青蛤繁殖期的关系进行了讨论。

关键词 青蛤 *Cyclina sinensis*, 生殖腺, 繁殖周期

青蛤 *Cyclina sinensis* 是一种经济贝类, 分布于朝鲜西海岸, 日本本州以南, 琉球群岛及我国沿岸, 为中国与日本海区的共有种。

近几年, 由于捕捞过度, 青蛤资源量严重衰竭。因此, 对青蛤的资源保护和合理捕捞的研究很有必要。本文研究了佛昙湾青蛤的性腺成熟、生殖周期, 为青蛤的人工育苗、海区增殖和合理捕捞提供生物学参考资料。

一、材料与方法

样品自1987年1月至1988年1月逐月采集于漳浦县佛昙湾潮间带, 其中8—10月每月各采集2—3次。

1. 样品测量

逐月采集的样品, 用游标卡尺测量其壳长、壳高和壳宽, 用扭力天平称其全重、软体部重和生殖腺重, 并计算出肥满度 ($\frac{\text{软体部重量}}{\text{鲜贝壳重}} \times 100\%$) 和生殖腺指数 ($\frac{\text{生殖腺重量}}{\text{软体重}} \times 100\%$), 其中生殖腺重量包括伸入生殖腺中的肠及晶杆。每次测量样品30—50个。

2. 性腺发育观察

通过组织切片进行。从每次采集的样品中取出10—15个, 取下生殖腺, 用波恩氏 (Bouin's) 液固定, 石蜡包埋, 切片厚度为8 μ m, 由Delafield苏木精—伊红染色, 组织切片用Olympus BH—2型显微镜观察并拍照。

本文于1988年12月13日收到。

* 现在福建省水产研究所, 厦门, 361012。

3. 生殖力估算

把成熟雌体的卵洗出, 稀释, 借助解剖镜在浮游植物计数板上计数, 最后求出每个个体的怀卵量, 以个体的相对体积(壳长 $\times$ 壳高 $\times$ 壳宽)与怀卵量作回归分析。

二、结 果

1. 青蛤性腺的位置与形态

青蛤性腺位于足上部, 内脏块两侧及肠道的弯曲间。性腺呈葡萄状分支, 由滤泡、生殖管和生殖输出管三部分组成。在繁殖季节, 性腺从消化盲囊表面一直伸入足基部。雌性生殖腺呈粉红色, 雄性为桔黄色。

2. 青蛤的生殖年龄、性比和生殖力

青蛤系有性生殖, 雌、雄异体, 体外受精, 在繁殖期, 性细胞分批成熟和排放, 满1龄个体均有生殖能力。对310个个体性腺切片观察结果表明, 青蛤性腺发育稳定, 无发现似贻贝或船蛆存在的性转换现象。在繁殖季节, 我们随机检查了267个个体, 雌性131个, 占49.06%; 雄性136个, 占50.94%。性比大致为1:1。

对样品检查结果, 显示青蛤生殖力(Fecundity)随个体大小而异, 个体越大, 则怀卵量越多。怀卵量(F)与个体相对体积(V)存在线性关系: $F = 0.6046 + 0.1266V$ (图1), 经统计检验, 怀卵量与体积回归关系极显著($p < 0.01$)。

3. 青蛤肥满度和生殖腺指数的周年变化

解剖600多个鲜贝, 测定青蛤的肥满度和生殖腺指数的周年变化。结果如表1和图2所示。从5月份开始, 青蛤生殖腺指数逐渐上升, 6月下旬后急剧升高, 9月份达最高值, 为45.96%。10月份后又急剧下降。青蛤肥满度一年最高值出现在8月份, 为18.24%; 最低值出现在10月份, 为8.82%。11月份后又稍升高, 并与翌年1, 2月份保持同样水平, 平均约为13.2%。

4. 青蛤生殖腺的发育分期

根据性细胞本身的特点和发育规律, 将青蛤的生殖腺发育划分为以下五期。

第1期(增殖期) 雌性个体生殖腺滤泡腔出现, 但数量少, 体积小, 且大小不均匀。滤泡间有大量的结缔组织。滤泡上皮的生殖细胞开始增多, 滤泡壁增厚, 有一层生殖上皮中原始生殖细胞分裂增生的卵原细胞。在卵原细胞之间出现一些无卵黄期的卵母细胞和少数卵黄形成前期的卵母细胞。卵黄形成前期的卵母细胞细胞质周缘已有卵黄颗粒。

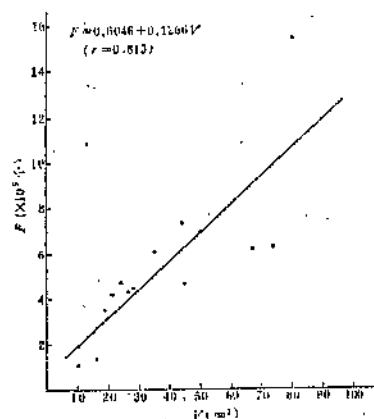


图1 青蛤 *Cyclina sinensis* 怀卵量(F)与个体体积(V)的关系

Fig.1 Relation between the number of egg and relative volume of *Cyclina sinensis*

表 1 青蛤生殖腺指数与肥满度的季节变化

Tab.1 Seasonal change of the gonad index and the condition index of *Cyclina sinensis*

日 (年·月·日)	水温(℃)	体长×体高×体宽(cm)	体重(g)	软体部重量(g)	生殖腺重(g)	肥满度(%)	生殖腺: (%)
1987.1.10	16.3	3.33×2.18×3.95	12.20	1.70	0.32	13.93	18.22
2.26	15.0	3.40×2.10×3.49	13.41	1.73	0.33	12.91	19.08
3.28	14.4	3.35×2.16×3.45	13.00	1.80	0.46	14.62	24.21
4.21	24.0	3.30×2.20×3.44	11.90	1.60	0.29	13.45	18.13
5.19	24.0	3.50×2.31×3.64	15.80	2.00	0.48	12.66	24.00
6.16	26.0	3.56×2.30×3.74	16.52	2.22	0.57	13.44	25.68
7.16	31.0	3.44×2.26×3.67	16.10	2.30	0.97	14.29	42.17
8.15	32.5	3.39×2.15×3.43	13.62	2.43	1.10	18.24	44.35
9.6	29.0	3.20×2.02×3.41	12.70	1.61	0.74	12.68	45.96
9.26	26.5	3.46×2.05×3.56	13.00	1.75	0.77	13.46	44.00
10.4	24.4	3.42×2.26×3.49	15.26	1.34	0.27	8.82	20.15
11.10	24.0	3.47×2.12×3.53	14.23	1.83	0.47	12.89	25.68
12.16	18.5	3.32×2.19×3.43	14.00	1.83	0.43	13.07	23.50

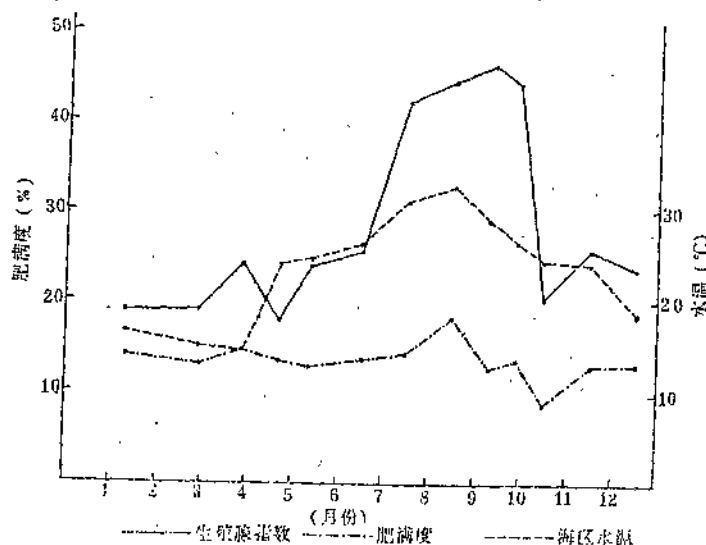


图 2 青蛤 *Cyclina sinensis* 生殖腺指数和肥满度与海区水温的周年变化
Fig.2 Monthly changing curves of the gonad index, the condition index and water temperature of *Cyclina sinensis*

粒出现。此期滤泡腔基本还是一空腔。卵原细胞直径约 $20.0\mu\text{m}$, 细胞核直径约 $11.7\mu\text{m}$, 核内有1—2个核仁, 直径约 $4.3\mu\text{m}$ 。这期间, 卵母细胞的核、核仁也在增大。卵核直径从 $14.3\mu\text{m}$ 增至 $21.3\mu\text{m}$, 核仁直径从 $4.8\mu\text{m}$ 增至 $8.0\mu\text{m}$ 。由此可见, 在这一阶段, 核仁的生长速度远大于细胞核的生长速度, 这完全符合一般软体动物卵子早期的发育规律(图版 I : 1)。

雄性个体生殖腺滤泡开始出现, 但体积小, 泡壁较薄, 壁上分布着精原细胞和少量的初级精母细胞, 滤泡间结缔组织较多(图版 II : 1)。

第Ⅱ期(生长期) 雌性个体生殖腺滤泡数量增加, 体积增大, 滤泡直径约 55—130 μm 。滤泡内生生殖细胞数量继续增加, 滤泡壁上基本已挤满卵母细胞, 多数卵母细胞一端已明显突向滤泡腔, 在与滤泡壁相连处形成明显的卵柄。同时, 在滤泡腔内开始出现成熟的卵母细胞。此期末, 卵母细胞直径已达69.4 μm , 核径约为28.9 μm , 而核仁仍保持在8.2 μm 左右。这说明在生长期, 卵母细胞和细胞核的生长是显著的, 但核仁的生长速度几乎没有增加。至本期末, 成熟卵母细胞约占卵母细胞总数的30%左右(图版 I: 2, 3)。

在雄性个体生殖腺内, 滤泡数目增多, 体积增大, 生殖细胞沿滤泡壁排成数层, 并开始出现精子。在此期, 滤泡内可观察到精原细胞至精子的各个不同发育阶段的生殖细胞(图版Ⅱ: 2)。

第Ⅲ期(成熟期) 在雄性个体中, 生殖腺几乎为滤泡所占据, 滤泡腔已被生殖细胞充满, 直径约90—150 μm 。滤泡间空隙基本消失。滤泡内的成熟卵母细胞相互挤压, 呈不规则形状, 有圆形、梨形和多角形。成熟的卵母细胞充满卵黄颗粒, 核膜、核仁明显。在滤泡壁上仍有一些带卵柄的未成熟的卵细胞, 但新生的生殖原细胞形成减少。成熟卵母细胞平均卵径为78.4 μm , 核径为34.9 μm (图版 I: 4)。

在雄性个体生殖腺内, 滤泡已充满精细胞和变态的精子, 精子密集呈菊花状排列, 头部朝向滤泡壁, 而尾部向着滤泡腔(图版Ⅱ: 3)。

第Ⅳ期(排放期) 在雌性生殖腺滤泡中, 由于大量成熟卵母细胞的排出, 滤泡出现大小不等的空腔。滤泡壁薄, 有些滤泡壁因排卵而破裂。一些滤泡内未排出的成熟卵细胞逐渐自溶或退化被吞噬吸收。随着卵细胞的排放, 有的滤泡壁内同时不断地形成新的卵细胞(图版 I: 5)。

在雄性生殖腺滤泡内, 精子呈流水状排列, 滤泡腔中央出现明显的空白区。在滤泡内存在不同发育时期的精母细胞、精子细胞和精子(图版 I: 4)。

第Ⅴ期(休止期) 雌、雄个体生殖腺滤泡内生生殖细胞都已排尽, 只剩很小的空腔, 结缔组织迅速扩展填充到各个空隙。此期在滤泡和生殖管的生殖上皮仍可观察到生殖原细胞(图版 I: 6, Ⅱ: 5)。

5. 青蛤的性成熟率

同一个月取的青蛤样品, 个体之间的性腺发育和产卵程度并不完全相同, 故以 R 值(性成熟率)表示群体性腺的发育变化, 其公式为:

$$R = n_1 V + n_2 I + n_3 II + n_4 III + n_5 IV / N,$$

其中, N 代表观察总个数, $n_1 \cdots n_5$ 分别表示性腺各期的个体数, $I - V$ 为性腺发育各期, 规定 $I = 2/5$, $II = 3/5$, $III = 4/5$, $IV = 5/5$, $V = 1/5$ 。结果如表 2 所示, 从 8 月开始, R 值都在 80% 以上。9 月、10 月份 R 值分别达 96%, 97%, 这段时间正是青蛤的繁殖盛期。以后 R 值显著下降。

6. 青蛤生殖腺的发育周期

同年对青蛤样品观察结果表明, 2—5 月, 海区水温 15—24 $^{\circ}\text{C}$, 肉眼不能辨别雌雄。雌性生殖腺基本处于增殖期, 但滤泡内有部分生殖细胞已发育至卵黄形成前期的卵母细胞, 此阶段群体的 R 值在 40—53%。

表 2 青蛤性腺发育分期统计

Tab.2 Statistics for each developing stage of gonad of *Cyclina sinensis*

日 期 (年·月·日)	观 察 个 数 (n)	性腺发育期										性 腺 率 (%)
		I		II		III		IV		V		
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
1987.1.10	12	2								8	4	0.
2.26	22	14	8									0.
3.28	10	4	4	2								0.
4.21	10	7	2	1								0.
5.19	12	2	2	7	1							0.
6.18	14		1	9	3	1						0.
7.16	14			5	3	2	4					0.
8.15	14					5	9					0.
9.6	19					8	6	3	2			0.
9.25	24					3	2	11	8			0.
10.14	9					1		8				0.
11.16	25							8	10	4	3	0.7
12.15	13							2			11	0.3

5月中旬性腺发育进入生长期, 本期延至7月份, 海区平均水温为24—31℃。观察, 雌雄性腺在颜色上有明显区别, 雌者呈浅红色。在6月中旬切片观察已有一生殖细胞在形态上达到成熟状态, 但极少排放。7月中旬, 一部分个体已发育至成熟, 16个个体中, 6个进入成熟期, 群体R值为69%。

8月中旬至9月, 雌性生殖腺处于成熟期, 海区水温约31—25.5℃。生殖腺饱色泽鲜艳, 呈深粉红色。解剖性腺, 肉眼可见呈颗粒状的卵母细胞。切片观察, 滤泡充满卵母细胞, 但充满程度有所不同, 有些滤泡存在不同程度和大小不同的空腔, 说明在8—9月份已有一些个体开始排卵。

从9月中旬开始性腺发育进入排放期, 这一时期可一直延至11月份。其中9月7日至10月中旬为繁殖盛期。海区平均水温25℃左右。此期, 雌性生殖腺呈深粉红色, 佳如成熟期饱满, 轻轻挤压生殖腺, 卵便从生殖孔排出, 此阶段可进行人工催产, 精卵受精发育。组织切片观察, 性成熟的青蛤个体正在持续排卵, 一部分滤泡内成熟卵已空, 但滤泡壁上的卵黄形成前期、卵黄形成期的卵母细胞继续发育为成熟卵母细胞, 断加以补充。每只青蛤可间歇持续排卵数次, 其繁殖属于多次排卵型。从外观观察, 阶段青蛤性腺时而消瘦, 时而恢复。11月末, 大部分青蛤生殖活动基本结束, 生殖腺入休止期, 这一阶段可延至翌年1月份, 此期肉眼很难区别雌雄。在12月份, 仍可发少数个体生殖腺相当饱满, 滤泡内充满成熟的卵母细胞。

雄性生殖腺的发育周期基本与雌性一致。2—5月中旬为增殖期; 5—7月为生长期, 肉眼观察生殖腺呈淡黄色; 8—9月为成熟期, 肉眼观察生殖腺饱满, 呈桔黄色; 9—11月为排放期。以后性腺发育进入休止期, 该期延至翌年1月。

从青蛤的生殖腺指数和肥满度的周年变化规律看, 与性腺发育的组织学观察结果一致。2—5月, 生殖腺指数平均为21.36%, 肥满度为13.41%。从6月开始, 肥满度

生殖腺指数急剧上升。8月, 生殖腺指数达44.35%, 肥满度从12.66%增至18.24%。此阶段正是生殖腺发育的生长期, 并开始进入成熟期, 青蛤进行营养物质的积累。8—9月, 生殖腺处于成熟期, 肥满度开始降低。9月, 平均为13.07%, 生殖腺指数达一年最高值, 为45%。10月, 生殖腺指数、肥满度急剧下降, 这正是青蛤性腺的排放期, 生殖细胞的排放及排放时消耗能量, 导致性腺消瘦, 软体部重量减少。11月以后, 青蛤生殖腺指数稍上升, 并保持在低水平至翌年2月, 这段时间是性腺发育的休止期。

三、讨 论

1. 本文主要根据青蛤性腺的组织切片观察, 并结合肥满度、生殖腺指数和性成熟率等指标的周年变化来确定青蛤的繁殖期。福建漳浦佛昙湾青蛤的繁殖期在9—11月, 9月下旬—10月中旬是繁殖盛期。我们认为, 为了恢复和保护佛昙湾的青蛤资源, 每年青蛤的捕捞季节应在产卵期后, 即在11月份以后。

2. 许多学者曾报道过海洋无脊椎动物栖息环境的水温波动与它们的性腺状态有密切关系^[3,5]。笔者对青蛤性腺发育及海区水温变化的观察结果, 表明性腺发育随着水温的升高而加快。图2显示, 4月上旬海区水温急剧上升, 性腺发育加快进入生长期。4月下旬至6月中旬水温无显著变化。从6月中旬开始水温又明显升高。从图2可看出, 这时生殖腺指数急剧上升, 至8月中旬性腺进入成熟期。8月下旬海区水温开始下降, 而性细胞在9月中旬后大量排放。

处于不同纬度的海洋动物种群, 其繁殖期不同^[4,6]。孙晋廷报道山东乳山湾青蛤繁殖期在6—9月, 水温为22—27℃^[1]。而我们的研究结果表明, 福建漳浦佛昙湾海区的青蛤繁殖期在9月至11月, 水温为28—24℃。这表明青蛤在不同的纬度地区, 有随纬度降低而推迟产卵的现象。我们认为这种现象是由于青蛤种群的繁殖期主要取决于海区的水温及饵料供给。比较两海区青蛤的产卵水温, 佛昙湾与乳山湾的青蛤生殖适温十分相近, 这说明青蛤性细胞的排放需在一定水温范围(约22—28℃)。Giese和Sastry也认为温度是影响配子发生的一个重要因素, 是产卵的一个控制条件^[2,5]。

参 考 文 献

- [1] 孙晋廷, 1985, 青蛤育苗的研究, 海洋湖沼通报, 4:53—57.
- [2] Giese, A. C., 1959, Comparative physiology, Annual reproductive cycles of marine invertebrates, *Annu. Rev. Physiol.*, 21:547—576.
- [3] Nogabhusanam R. and P. M. Talikhedkar, 1977, Reproductive biology of the Wedge Donax cuneatus, *Indian J. Mar. Sci.*, 6:35—38.
- [4] Orton, J. H., 1920, Sea temperature, breeding and distribution in marine animals, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 12:339—360.
- [5] Sastry, A. N., 1979, Pelecypoda (excluding ostreidae), in *Reproduction of Marine Invertebrates*, Molluscs: Pelecypods and lesser classes. Academic Press, New York.
- [6] Thorson, G., 1946, Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. Medd. Koma. Danmarks Fiskerog Havunders. Serie Plankton, 4:23.