

波纹巴非蛤的性腺发育和生殖周期*

赵志江 李复雪 柯才焕

(厦门大学海洋系)

提 要 根据波纹巴非蛤生殖细胞发育的规律和它们在滤泡中所占的比例,把波纹巴非蛤生殖腺发育过程分为增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止期五个阶段。根据相对重量、鲜出肉率、干出肉率等指标的变化,并结合性腺的组织切片确定,波纹巴非蛤的性腺发育在闽南海区一年一个周期。繁殖期在 5 月中旬—10 月下旬,但其繁殖高峰则有两次,分别在 5 月下旬和 10 月上旬。这表明波纹巴非蛤的成熟期和生殖期是相互重叠的。此外还观察到该种有雌雄同体现象。

关键词 波纹巴非蛤,性腺,生殖周期

波纹巴非蛤 *Paphia undulata* (Born) 是我国南方浅海内湾的一种重要经济贝类。近年来,随着外贸出口需求量的增加,加强了对这种蛤的采捕压力,从而使渔区资源遭受严重破坏。因此,研究波纹巴非蛤的生殖周期和生殖腺发育规律,对该种蛤的资源保护和增殖方面具有一定的实际意义。

关于帘蛤科繁殖生物学的研究,国内外已报道的种类有 *Venerupis semidecussata*^[1]、*V. philippinarum*^[1]、*Venus striatula*^[2]、*Meretrix castor*^[3]、*Paphia laterisulca*^[10] 等。本文利用组织学等手段对波纹巴非蛤的性腺发育和生殖周期作了研究。

材 料 和 方 法

本文研究所用材料,采捕于福建云霄礁美海区。自 1988 年 4 月至 1989 年 4 月,每月采集 1—2 次。从每次采集的标本中取出 60 个,测定其大小、总重、软体鲜重和干重(80°C 干燥箱内烘 24h)。此外,再取出 10—15 个,剖下生殖腺,用波恩氏(Bouin's)液固定,石蜡包埋,切片厚度为 8 μ m,所有切片均用 Delafield 苏木精—伊红染色。

结 果

(一) 性腺发育

1. 宏观性腺发育分期

波纹巴非蛤性腺发育依肉眼观察可分为五期:增殖期、生长期、成熟期、排放期和休止

* 国家自然科学基金资助项目。

收稿年月:1989 年 10 月;1990 年 9 月修改。

期。

增殖期 性腺开始形成,微出现于内脏团表面,肉眼仅能见到很薄一层,颜色浅淡,主要分布于体背消化腺两侧。除性腺出现区以外,其余部分仍透明,通过内脏团可透视褐色的消化腺。

生长期 性腺继续增大,逐渐连成片,并向腹面扩展,大约覆盖内脏团的 $1/3\sim 2/3$ 左右,消化道环仅在接近表面处可见,而且逐渐消失。但此期与增殖期并无明显的界限,即很难从内脏团表面上把它们两者区别出来,这也恰好说明只利用肉眼外形观察进行性腺分期的局限性。

成熟期 性腺扩展到腹缘,紧密相连,大约遮盖内脏团的 $3/4$,性腺颜色已明显可见,呈乳白色或浅黄色,通常已看不到消化道环,个体显得丰满,吸出的精液或卵子,一经遇水即散开,这便是精卵成熟的特征,显示出繁殖期的开始。

排放期 性腺肥硕、丰满,内脏团全部被性腺所包围,并延伸到足基部,手指轻压性腺,富弹性感,稍加挤压,即可见有卵子或精液自动流出。此期可进行人工催产,精卵能受精发育。

休止期 内脏团表面透明,充满水分,消化道环清晰可见,没有性腺分布,体质非常消瘦。

2. 卵巢发育组织学分期

波纹巴非蛤满一龄性成熟,繁殖期始于5月下旬,此时,在同一卵巢切片中可同时存在以下情况(图版-1):①滤泡腔中具备受精能力的卵黄形成后期卵母细胞已经排出,而梨形的无卵黄期卵母细胞沿滤泡壁排列或游离;②滤泡腔中存在着具备受精能力的卵黄形成后期卵母细胞;③由新形成的滤泡上皮刚增生出的数量不多的卵原细胞。

由此可见,波纹巴非蛤的生殖细胞是分批成熟、分批排放的,而且在繁殖期初始的5月下旬,还发现有些个体的性腺刚开始发育,这就决定了波纹巴非蛤具有较长的繁殖期。

根据波纹巴非蛤生殖细胞本身的发育规律及不同时期卵母细胞在滤泡中所占的比例,我们将波纹巴非蛤的卵巢发育划分为如下五个时期:

增殖期 内脏块堆积很厚的结缔组织,滤泡沿着结缔组织逐渐形成,滤泡大小不均,相差很大,数量由少到多,形状各异,有圆形,椭圆形或袋状等。滤泡壁开始增厚,壁上的生殖原细胞处在活泼分裂期,不断从滤泡壁分裂增殖,出现一不连续的单层卵原细胞,并在卵原细胞之间,开始逐渐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,上述二种卵母细胞所占滤泡壁上所有卵细胞总数的7%左右,但此时滤泡腔基本上还是一个空腔。卵原细胞直径约 $17.22\mu\text{m}$,核直径约 $8.76\mu\text{m}$,核仁明显,一般偏离核中心,位于核周缘,核仁直径约 $5.74\mu\text{m}$ (图版-2)。本期发育时间在3月上旬至4月上旬,月平均水温为 17.45°C 。

生长期 本期滤泡数量增多,逐渐构成葡萄状,分布范围广。内脏块的结缔组织相应减少。滤泡内生生殖原细胞仍处于分化形成状态,生殖细胞的数量继续增加。随着卵母细胞的长大,其一端已明显地突向滤泡腔,因此多数卵母细胞已在滤泡壁连接处形成明显的卵柄。镜检下可看到卵母细胞形状不规则,有长柄;卵膜区大。卵黄形成期的卵母细胞

已占总数的 9% 以上, 同时到本期末, 滤泡腔内开始出现成熟的卵。此期, 最大卵母细胞的直径约 $80.58\mu\text{m}$, 其核直径约 $36.21\mu\text{m}$, 核仁径仅 $6.58\mu\text{m}$, 这与增殖期相比, 卵母细胞体和细胞核生长显著, 但核仁几近不增长。此期末成熟卵约占卵子总数的 25% 左右 (图版-3)。本期发育时间在 4 月中旬至 5 月中旬, 平均水温为 22.6°C 。

成熟期 (图版-4) 滤泡已达到最终饱满的程度。滤泡之间的空隙已基本消失, 滤泡壁上新生的生殖原细胞形成减少, 沿着滤泡壁有少量带卵柄的卵黄形成前期卵母细胞, 整个滤泡腔几乎全部充满了卵黄形成后期卵母细胞和成熟卵子。滤泡腔内成熟卵子已占 40—80%, 此时由于成熟卵在腔内相互挤压, 致使卵子呈不规则形状。卵子的核膜、核仁明显, 核仁变成了双质核仁 (amphinucleous)。这种双质核仁在光镜下可分成两部分, 里面部分着色较浅, 外面一圈着色较深, 可能是由于两部分的化学组成不同而造成的。

排放期 (图版-5) 自 5 月下旬开始, 由于大量成熟卵子的排放, 滤泡腔逐渐出现大小不等的空腔, 滤泡壁薄, 生殖能力降低, 有些滤泡壁因排卵而破裂。与此同时, 滤泡体积开始缩小, 而在滤泡之间的结缔组织逐渐增多。一些滤泡内残留有卵黄形成前期和后期的卵母细胞, 而且在滤泡壁内有部分未产出的成熟卵。这些未产出的卵将逐渐退化吸收。退化的卵母细胞在组织切片中较易辨认, 它们比正常的卵母细胞染色来得深。排放期与成熟期互相重叠, 它们的发育时间在 5 月中旬至 10 月, 此期间月平均水温为 25.5°C 。

休止期 (图版-6) 成熟卵子排放后, 滤泡均变为一大空腔, 滤泡壁仅为单层扁平细胞所组成, 因此呈粗线条状。滤泡形状不规则, 并开始萎缩退化, 滤泡间隙逐渐加大, 结缔组织增生。但显微镜观察仍可见滤泡壁上有少量的卵原细胞及个别无卵黄期的卵母细胞。本期发育时间为 11 月至 12 月底, 月平均水温为 16.6°C 。

3. 精巢发育组织学期

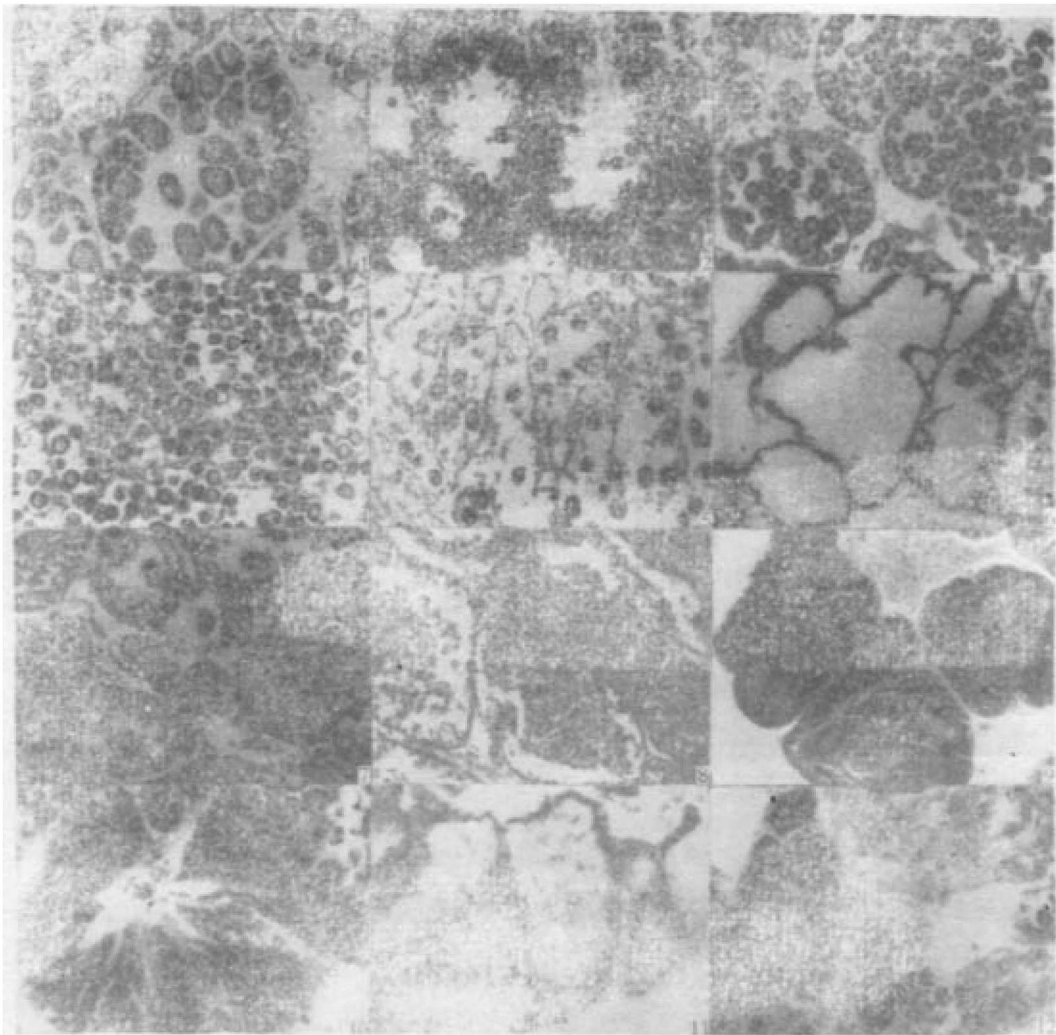
增殖期 (图版-7) 滤泡开始出现, 但体积小, 囊壁薄, 着色浅, 滤泡壁细胞只有 1—2 层, 基本上是精原细胞, 很少是精母细胞。滤泡间结缔组织较多。此期发育时间在 3 月上旬至 4 月上旬。

生长期 (图版-8) 滤泡数量增多, 壁加厚, 体积也增大, 染色加深, 滤泡腔内逐渐充满生殖细胞, 已从原来的 1—2 层排列变成多层排列。本期发育时间为 4 月中旬至 5 月中旬。

成熟期 (图版-9) 滤泡壁上新生的精原细胞形成减少, 而精母细胞分化形成精细胞增多。滤泡内精细胞和变态的精子拥挤成簇, 密集呈菊花状或辐射状排列, 几乎充满整个滤泡腔。精子头部朝向滤泡壁, 而尾部朝向滤泡腔。此期成熟精子占 50% 以上。

排放期 (图版-10) 随着精子的排放, 滤泡开始出现大小不等的空腔, 精子呈流水状排列, 但精子的数量已显著减少。成熟期和排放期互相重叠, 它们的发育时间为 5 月中旬至 10 月。

休止期 (图版-11) 精子排完后, 滤泡变为一大空腔, 滤泡壁薄。随后, 滤泡逐渐缩小, 减少直到消失, 结缔组织增生填充到各个空隙, 一直到滤泡完全消失时, 性腺发育完成一个周期。从 3 月份开始, 以少数滤泡出现为标志, 又重现一个新的周期。本期发育时间为 11 月至 2 月底。



图版12 说明 Explanation of Plate

1. 卵黄形成后期的卵母细胞(A), 梨形的无卵黄期卵母细胞(B), 卵原细胞(C) $\times 87$ 。2. 增殖期雌性生殖腺 $\times 87$ 。3. 生长后期雌性生殖腺 $\times 43$ 。4. 成熟期雌性生殖腺 $\times 43$ 。5. 排放期雌性生殖腺 $\times 43$ 。6. 休止期雌性生殖腺 $\times 43$ 。7. 增殖期雄性生殖腺 $\times 87$ 。8. 生长期雄性生殖腺 $\times 87$ 。9. 成熟期雄性生殖腺 $\times 43$ 。10. 排放期雄性生殖腺 $\times 174$ 。11. 休止期雄性生殖腺 $\times 87$ 。12. 雌雄同体的生殖腺切片 $\times 43$ 。

4. 雌雄同体现象

波纹巴非蛤大部分雌雄异体。我们在周年 735 个标本的解剖中, 发现 1988 年 10 月 16 日采集的一个个体为雌雄同体。该个体性腺发育处于生长期, 在其内脏团中同时存在雌性滤泡和雄性滤泡, 但相互排列位置稍隔一段距离(图版-12)。滤泡形态与同期雌雄异体者相似。雌性滤泡中存在生长期卵母细胞, 大小约为 $68.9\mu\text{m}$ 。雌雄同体的发现, 说明波纹巴非蛤可能存在性转换现象。

(二) 生殖周期

周年标本显微观察的结果表明,自 11 月开始,卵巢发育进入休止期,该期一直延续到翌年 2 月底,在这一期,镜检很难鉴别雌雄。

3 月上旬至 4 月上旬,卵巢发育基本处于增殖期。此期切片表明,滤泡开始形成,但数量少,除了大量卵原细胞外,开始出现一些卵黄形成前期的卵母细胞,这种细胞所占比例约为 5%。

4 月份是性腺迅速增长阶段,进入生长期。此时,滤泡数量显著增加,卵母细胞处于迅速成熟分化期,其中卵黄形成后期的卵子约占 25%。

从 5 月中旬开始,多数卵巢发育已非常饱满,开始进入成熟期。解剖性腺,肉眼可见颗粒状卵子,人工刺激或诱导即可排卵受精。5 月下旬开始有产卵现象,性细胞陆续成熟,分期分批排放,每期相隔约 15 天。在整个排放期中,个别个体的少量排放普遍存在,因此在切片观察中经常可发现,滤泡内有不同程度大小的空腔(图版 5, 10)。这一时期可一直延伸到 10 月中、下旬,但明显的排放高峰为两次,分别是 5 月和 10 月。

进入 11 月份,生殖活动基本结束,此时大部分个体肉质部十分消瘦,性腺萎缩退化,处于休止期,这样一直到次年 3 月份,性腺重新恢复。

雄性生殖腺的发育周期基本上与雌性一致。

总之,波纹巴非蛤的性腺发育,在闽南海区为一年一个周期,其繁殖期在 5 月中旬至 10 月,繁殖高峰有两个,第一个在 5 月下旬,第二个在 10 月上旬,而以第一个高峰的亲贝性腺饱满度大,怀卵量也较第二个高峰大,排卵次数多,为主要繁殖季节。

从相对软体重的周年变化来看,同样显示出与性腺发育的组织学变化相吻合(图 1)。相对软体重在 2 月份最低,为 12.55%,此时正值性腺休止期结束,增殖期即将开始之时。从 3 月份开始,相对软体重逐渐增大,但 3—4 月中旬期间,增大较为缓慢,从 4 月下旬到 5 月上旬是飞跃阶段,相对软体重增加到 5 月份的 20.68%,其时卵巢内的卵母细胞全面进入大生长期。5 月下旬以后,性腺进入成熟期,5 月至 10 月的相对软体重平均值为

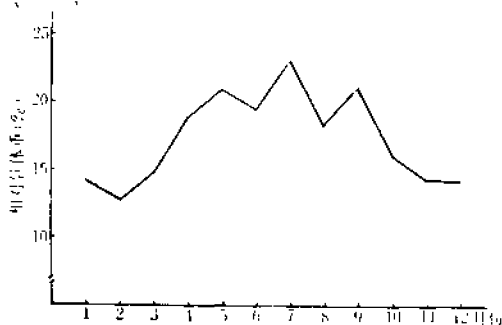


图 1 波纹巴非蛤相对软体重的季节变化
(1988.4—1989.4)

Fig. 1 Seasonal changes of the relative meat weight of *Paphia undulata* (1988.4—1989.4)

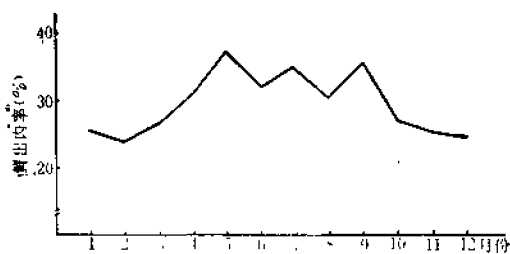


图 2 波纹巴非蛤鲜出肉率的季节变化
(1988.4—1989.4)

Fig. 2 Seasonal changes of the degree of fatness of *P. undulata* (1988.4—1989.4)

20.02%，其中7月份达到最高为22.74%，8月份略有下降，9月份又回升至20.99%。10月份因进入第二个排放高峰，相对软体重量急剧下降，其平均值降到15.83%，这样一直延续到3月上旬以前，相对软体重均保持在较低水平，在此期间平均值只有14.03%，这段期间正好是性腺发育的休止期。

图2表示的是鲜出肉率的周年变化曲线。从曲线上可以看出，其变化趋势与相对软体重的变化趋势基本一致。鲜出肉率最高值出现在5月上旬为36.71%，另外一个峰值在9月份，为35.28%，也就是说在即将产卵和刚开始产卵时鲜出肉率达到最高。

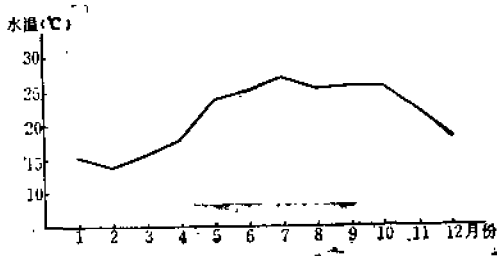


图3 礁美海区表层水温逐月变化曲线
(1988.4—1989.4)

Fig. 3 Seasonal changes of seawater temperature in Jiaomei, Fujian (1988.4—1989.4)

此外，性腺发育周期与水温有一定的关系。礁美海区表层水温年变化曲线如图3所示。该海区表层水温从3月份开始回升，4—5月上升最快，这一阶段也正是波纹巴非蛤性腺发育最快的时期，即大生长期。5—6月，当水温达到24.8°C时，亲贝开始产卵，接着进入第一个繁殖高峰。10月份，水温开始下降，又进入第二次排放高峰。可见，波纹巴非蛤的繁殖高峰出现在海区水温上升或下降之时。

讨 论

(一) 生殖期和性腺成熟期的关系

生殖期和性腺成熟期并不总是完全同步的，也就是说在时间上两者不一定完全符合。这是因为它们所需要的环境条件有可能不一致^[1]。有时尽管性腺已成熟，但生殖期的到来却需要等待一定时间，一旦条件成熟，生殖过程便迅速完成^[1]。作者于1988年7月解剖观察波纹巴非蛤，发现许多卵巢已成熟，但到8—9月仍未见其排放。可见性腺成熟期持续时间较长，而生殖期则有突发性和时间短暂且集中的特点。因此建议在人工催产时，在准确判断性腺成熟度的同时，还必须考虑亲贝的一般成熟排放规律及亲贝生活环境等方面的影响。

(二) 关于波纹巴非蛤生殖的周期性问题的

许多年来，各国学者一直在推测热带、亚热带种类是否有生殖的周期性问题的^[8]。Semper在1881年首先提出，热带种类具有连续的繁殖周期的概念，他的报告是专门论述菲律宾群岛附近的海洋生物^[9]。Orton(1920)在关于海洋动物的繁殖和分布的经典著作中提出一种假设：在常年温暖的海区，动物能连续不断地进行繁殖^[10]。但后来一些研究者(Thorson, 1950; Giese, 1959; Boocootian, 1966; Guntor, 1957)否认了Orton的假说，他们研究结果认为热带海洋种类具有不连续的生殖周期，但很多种类的生殖期确实较长^[8]。以后Pearse(1968)再次否认了Thorson等人的观点，他发现Thorson等学者所

研究的所谓热带种类,其实许多种是生活在温度有明显季节性变化的亚热带环境中,而这些种类的生殖周期与温度的变化又有直接的关系^[9]。因此这一问题,迄今尚未正式下结论。

波纹巴非蛤虽属热带种,但礁美海区的波纹巴非蛤却是生活在温度变化明显的亚热带环境中。本文研究表明,该海区的波纹巴非蛤周年都可见到性腺成熟饱满的个体存在,即使在 11—2 月份休止期,也可见到少量性腺饱满的个体。波纹巴非蛤的成熟排放期从 5 月至 10 月,长达 6 个月之久。双壳类的这种具有较长排放成熟期的现象,国内外也有发现。如 Quayle, D. B. (1943) 研究发现英国 Lady Smith 港 (60°N) 的 *Paphia staminea* 的性腺在 10 月份产卵,经短时间萎缩后,性腺又迅速充满新生长的滤泡,其繁殖期也较长,从 4 月到 10 月^[16]。Nagabhushanam & Dhamne (1977) 报道印度 Ratnagiri (17°N) 的 *Paphia laterisulca* 的繁殖期从 9 月一直延续到次年 4 月,繁殖高峰也有两个:10—11 月和 2—3 月^[13]。Durve, V. S. (1964) 报道印度海岸的 *Meretrix casta*,除了夏末因条件不适而受到制约外,几乎周年均能繁殖^[9]。Eliana Izada (1982) 发现智利的 *Perumytilus purpuratus* 周年都存在排放个体,排放高峰也是两次^[1]。崔瑞绥 (1980) 发现广东大亚湾的华贵栉孔扇贝 (*Chlamys nobilis*) 除每次繁殖期后偶有短时虚空现象外,几乎周年保持丰满或半丰满,繁殖高峰也是两次^[2]。

作者认为,虽然 Orton 假设不一定成立,但有一点可以相信:处于周年水温较高海区的双壳类,其繁殖期较长,可延续几个月,而且不存在显著的季节性。

(三) 影响生殖周期的因子

许多研究表明,大部分海洋无脊椎动物,其繁殖周期受到许多外源性和内源性因素的影响。

作者认为,礁美海区的波纹巴非蛤,其生殖周期与水温有关,当水温升高时,动物呼吸率和活动力便增强,而这些活动需要能量的供给,所以在较冷的季节,当代谢需要不大时,营养物质可得到有效的贮存,从而为配子的发生作好能量准备。相反,在夏季高温季节,如 8 月份,动物的食物供应因呼吸和活动速率的提高而不足于维持配子的发生时,配子发生便停止,这样就会出现性腺暂时虚空现象,贝体相对软体重、鲜出肉率均会相应降低^[9]。本文研究证实了这一点。

巴非蛤的生殖周期还受到内源性因素的影响。印度学者 R. Nagabhushanam 等 (1977) 研究 *Paphia laterisulca* 时发现,在贝体脑神经节中存在两种不同类型的神经分泌细胞,其细胞分泌活动与个体的生殖周期呈现明显的相关关系。如果切除脑神经节,则可以促使 *P. laterisulca* 的排放^[4]。作者推测波纹巴非蛤也存在类似现象,这有待于今后进一步研究。

(四) 雌雄同体问题

在海产双壳类中雌雄同体现象已有很多报道,如大扇贝 (*Pecten maximus*)、栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*)、光滑蓝蛤 (*Aloidis laevis*) 等^[4,5,11]。我们观察到的波纹巴非蛤雌雄同体现象,基本上是精子和卵子产生于不同的滤泡,即雌雄滤泡同时并存,而且雌雄滤泡相

互间隔一段距离,与光滑蓝蛤雌雄滤泡交错排列不同^[5]。此外,在研究中发现波纹巴非蛤雌雄同体的数量是极少的。有关本种的雌雄同体和性反转现象,还有待于今后进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 李嘉泳等,1962. 胶州湾两种习见帘蛤的生殖周期。山东海洋学院学报,1:43—64。
- [2] 崔瑞绥,1980. 大亚湾华贵栉孔扇贝繁殖和生长初步观察。湛江水产学院学报,(1):38—46。
- [3] 温伯格, W. B. 等(宋天复译),1982. 海洋动物环境生理学,124—160. 农业出版社(京)。
- [4] 廖承义等,1983. 栉孔扇贝的生殖周期。水产学报,7(1)1—13。
- [5] 魏利平等,1986. 光滑蓝蛤的生长与繁殖。贝类学论文集(第二辑),94—101. 科学出版社(京)。
- [6] Ansell, A. D., 1961. Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula*(Dacosta) in Kemer Bay, Miliport. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 41: 191—215.
- [7] Brousseau, D. J., 1987. Gametogenesis and spawning in a population of *Macoma balthica* (pelecypoda: Tellinidae) from Long Island Sound. *The Veliger*, 29(3): 260—266.
- [8] Chipperfield, P. N. J., 1953. Observations on the breeding and set settlement of *Mytilus edulis* L. in British waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 32: 449—476
- [9] Durve, V. S., 1964. Preliminary observations on the seasonal gonadal fish farm. *J. Mar. Biol. India*, 6: 241—248.
- [10] Eliana lozada, 1982 Reproductive biology of a population of *Perumytilus purpuratus* at El Tabo, Chile. *The Veliger*, 24(2): 147—154.
- [11] James Mason, 1958. The breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L.) in Manx waters. *J. Mar. Ass. U. K.*, 37(3): 653—671.
- [12] Kosarnju Reddiah, 1962. The sexuality and spawning of *Manx pectinids*. *ibid* 42(3): 683—703.
- [13] Nagabhushanam, R. et al., 1977a. Seasonal, gonadal changes in the clam *Paphia laterisulca*. *Aquaculture*, 10(2): 141—152.
- [14] —, 1977b. Neuroendocrinology of the clam *Paphia laterisulca*. *Indian J. Mar. Sci.*, 6(1): 88—90.
- [15] Orton, J. H., 1920. Sea temperature, breeding and distribution in marine animals. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 12: 339—360.
- [16] Quayle, D. B., 1943. Sex, gonad development and seasonal gonad changes in *Paphia staminea* Conrad. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 6: 140—151.

ON THE SEX GONAD DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE CYCLE OF CLAM *PAPHIA UNDULATA*

Zhao Zhijiang, Li Fuxue and Ke Caihuan

(Department of Oceanography, Xiamen University)

ABSTRACT The reproductive cycle of the clam *Paphia undulata* (Born) has been studied. According to the cytological characteristics of the developing germ cells and the relative amount of germ cells, the annual cycle of maturation could be divided into the following five stage: (1) proliferating stage, March to April; (2) growing stage, April to May; (3) maturing stage, May to October; (4) spawning stage, May to October; (5) resting stage, November to February of next year.

下接第 26 页 (continued on page 26)

imum of inclining moment throughout the hauling procedure should be carefully chosen, which occurs at the end of purse line hauling stage.

KEYWORDS purse seiner, net hauling, realtime records, analysis

上接第8页(continued from page 8)

The spawning season started from the middle of May to the end of October. There were two spawning peak in a year, i. e. the end of May and early October, while the matured sexual cells discharged in batches. Temperature was the most important factor for influencing the maturation of the gonad and the spawning period of the clam. A hermaphrodite specimen was discovered and examined.

KEYWORDS *Paphia undulate*, sex gonad, reproductive cycle

上接第16页(continued from pag 16)

mer is defined to connect with Wenzhou, Chenzhou and Bijiang, but the latter is drawn a line from Cangzhou, Shijiazhuang, Xinxiang, Yuncheng, Shangxian, Hanzhong, Ya'an up to Xichang. In addition, 4 esotherms of cumulative hydrotemperature which take 10°C and 15°C as the biological criterias are given, it divide the eastern China into 5 climately adaptative regions for the growth of freshwater fishes. Each climatic region have the different value for to cultivative fishery. The climatic adaptability of fishes for growth can defined by the division of cumulative hydrotemperature. Among them, these temperate-water fishes of China grow quickly and may give some better benefits in the south of the esotherm of $\Sigma T_{15} \geq 4700$ degree-day.

KEYWORDS hydrotemperature, boundary temperature, climatic regionalization

本期勘误

年 卷 期 页(图、表)	误	正
1991 15 1 18 (图1)	动滑轮与传感器悬挂点之间距在图中用“1”。	应为“ l ”。
23 (图6)	图中遗漏 \overline{CD} 和 \overline{ND} 连线的交点符号为“D”, \overline{CD} , \overline{DN} 的夹角符号为“ ϕ ”。	分别加“D”, “ ϕ ”符号。