

太平洋牡蛎人工培育群体的繁殖习性初探

王昭萍, 王 艳, 李 赟, 于瑞海, 王如才

(中国海洋大学 水产养殖教育部重点实验室, 山东 青岛 266003)

摘要: 作者对太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 人工培育群体的繁殖习性进行了初步探讨。经室内升温人工育苗培育的牡蛎性成熟年龄缩短, 受精 135 d 后性腺发育成熟; 雌雄性比随着年龄而变化, 4.5 月龄的牡蛎群体中, 雄性占优势 (68.93%), 雌雄性比为 1:2.73; 1 龄群体中, 雌雄两性比例接近, 性比为 1:1.07; 2 龄群体中雌性 (63.69%) 明显多于雄性, 雌雄性比为 1:0.599。群体中存在雌雄同体现象, 雌雄同体率随着年龄的增长而降低, 4.5 月龄的牡蛎群体中, 雌雄同体高达 1.94%, 1 龄群体中雌雄同体比例降低为 0.35%, 而 2 龄牡蛎群体中, 雌雄同体率仅为 0.12%; 雌雄同体者能够自体受精。怀卵量随年龄的增长而增大, 1 龄牡蛎的平均怀卵量在 800 万粒~856.8 万粒, 而 2 龄牡蛎的平均怀卵量在 2 333.80 万粒~2 900 万粒之间, 明显多于 1 龄群体; 怀卵量的多少也与亲贝的营养条件和性腺的发育程度有关。雌体的壳高、壳宽、体质量和软体部质量都明显大于雄体 ($P<0.05$), 但雌雄两性在壳长方面差异不显著。

关键词: 太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*); 人工培育群体; 繁殖习性

中图分类号: S968.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096 (2007) 09-0001-05

牡蛎是世界第一大养殖贝类, 也是中国重要的经济贝类之一, 在中国已有 2000 多年的养殖历史。20 世纪 70 年代以前, 牡蛎养殖的苗种主要靠半人工采苗的方法获得, 养殖牡蛎的生长周期与野生群体是一致的。由于 70 年代末期贝类室内人工育苗技术的突破, 自 80 年代以来, 在中国北方沿海开始了牡蛎的室内升温育苗, 使牡蛎的繁殖时间比自然海区提前了 2~3 个月, 这样养殖牡蛎的生理周期与生长周期均有别于野生群体。关于牡蛎自然群体的繁殖生物学特性已有很多研究报道^[1-4], 而对人工培育群体研究较少。作者以太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 为对象, 对其人工培育群体的繁殖习性进行了初步调查。

1 材料方法

作者以升温育苗、人工养殖的太平洋牡蛎为材料, 在不同时间从不同地点取样进行测量观察。性成熟以性腺产生成熟的、具受精能力的生殖细胞为准; 性别检查方法是取少量性腺物质在显微镜下观察, 有

个体较大的卵子者为雌体, 有活动精子者为雄体, 性腺中同时观察到成熟的卵子和活动的精子者为雌雄同体; 牡蛎的繁殖力以雌体的怀卵量表示, 通过解剖法将卵子从卵巢中剥离出来, 经过筛洗去除组织碎片和组织液后, 将卵液定量, 搅匀后, 通过视野法统计卵子密度, 然后根据卵液的体积计算卵量。

牡蛎的大小以壳高、壳长、壳宽、体质量和软体部质量 5 个指标表示, 壳高、壳长和壳宽用游标卡尺测量, 从壳顶到腹缘的最大距离为壳高, 贝壳前后两端的最大距离为壳长, 左右两壳间的最大距离为壳宽。体质量和软体部质量用电子称测量, 体质量指牡

收稿日期: 2007-06-05; 修回日期: 2007-07-11

基金项目: 国家 863 计划资助项目 (2006AA10A401); 国家科技基础条件平台建设资助项目 (2005DKA30470)

作者简介: 王昭萍 (1966-), 女, 山东莘县人, 博士, 教授, 主要从事贝类养殖研究, 电话, 0532-82032873; E-mail: zpwang@mail.ouc.edu.cn

蛎的带壳鲜重,软体部质量是去掉贝壳,用吸水纸吸去表面流动水后的鲜肉质量。

2 结果

2.1 性成熟年龄

1997年3月30日在俚岛、1997年3月30日在俚岛海珍品育苗场对经室内促熟的亲贝进行解剖采卵、受精,人工培育至苗种后,下海进行筏式养殖,到8月12日取样检查,102个牡蛎中有99个(97.06%)能根据其性腺产物判断其性别,平均壳长6.19 cm,最大8.7 cm,最小4.0 cm。取性腺物质检查发现精卵皆成熟,精子游动活泼,卵子饱满规则,精卵受精后能正常发育。只有3个牡蛎(2.91%)性腺发育较差,无法区分雌雄。该组牡蛎从受精到性成熟仅135 d。

2.2 性比

不同年龄组的太平洋牡蛎群体中的性比组成见表1。雌雄性比随着年龄的增加而有较大的变动。4.5月龄的牡蛎群体中,雄性比例为68.93%,占优势,雌性仅占25.24%,雌雄性比为1:2.73;1龄牡蛎群体中,雌性比例增加为48.66%,两性比例渐渐接近,雌雄性比为1:1.07;2龄牡蛎群体中雌性牡蛎占63.69%,雄性占36.19%,雌性明显多于雄性,雌雄性比为1:0.599。

同一年龄组的牡蛎不同群体间性比也有差异,如1龄牡蛎群体,俚岛和靖海两地的牡蛎群体中,雄性数量略多于雌性,雌雄比例分别为1:1.135和1:1.180,而寻山的牡蛎群体中雌性数量多于雄体,雌雄比例为1:0.899。这种群体间的差异可能是由于其生活环境和营养条件的差异引起的。

表1 不同年龄组牡蛎群体的性比(1998~2000年)

Tab. 1 Sex ratio of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in populations of different ages (1998~2000)

年龄	取样地点	取样量 (个)	雌体数量 (个)	雄体数量 (个)	雌雄同体数 (个)	雌雄同体率 (%)	性比 (雌:雄)
4.5月龄	俚岛	102*	26	71	2	1.94	1:2.731
1龄	俚岛	2 624	1 225	1 391	8	0.30	1:1.135
	寻山	3 328	1 746	1 569	13	0.39	1:0.899
	靖海	2 582	1 180	1 393	9	0.35	1:1.180
	平均					0.3	1:1.07
2龄	寻山	122	86	36		0	1:0.419
	俚岛	275	189	85	1	0.36	1:0.450
	乳山	322	167	155	0	0	1:0.928
	平均					0.12	1:0.599

*该样品中有3个牡蛎性腺发育较差,无法区分雌雄

2.3 繁殖力

1998~2000年间,对俚岛、寻山、靖海3地的1龄和2龄经室内人工促熟的太平洋牡蛎进行解剖取卵,统计怀卵量。结果表明,随着年龄的增长,雌性牡蛎的怀卵量也明显增加。1龄牡蛎的平均怀卵量在800~856.8万粒,而2龄牡蛎的平均怀卵量在2 333.80~2 900万粒,明显多于1龄群体的怀卵量(表2)。

从表2中也可看出,雌体怀卵量的多少并不完全取决于个体的大小。1龄牡蛎中,俚岛牡蛎群体的平均壳长最大,但平均获卵量最少,仅为800万粒;寻

山和靖海的牡蛎较小,平均壳长分别为9.8 cm和10.1 cm,但性腺发育较好,平均获卵量较多,分别为854.84万粒和856.80万粒。这种群体间的差别主要是由亲贝的营养条件和性腺的发育程度决定的。

2.4 雌雄两性间的大小差异

在繁殖季节里,对寻山海区养殖的1龄太平洋牡蛎群体进行随机取样100个,分别测量其大小,并镜检其性别。不同性别统计的生长情况见表3。结果表明,雌体的生长从壳高、壳宽、体质量和软体部质量4方面都明显大于雄体($P<0.05$),但雌雄两性在壳

长方面差异不显著 ($P>0.05$)。

表 2 不同年龄组群体牡蛎的平均大小和怀卵量

Tab. 2 Mean size and the amount of stripped eggs of different populations of Pacific oysters(*Crassostrea gigas*)

年龄	取样地点	雌体数量 (个)	平均壳长 (cm)	总怀卵量 ($\times 10^8$ 粒)	平均怀卵量 ($\times 10^4$ 粒)
1 龄	俚岛	188	10.3	15.0	797.87
	寻山	1 010	9.8	86.3	854.84
	靖海	398	10.1	33.0	829.15
2 龄	寻山	60	11.5	17.6	2 933.33
	俚岛	144	13.0	33.6	2 333.33

表 3 1 龄太平洋牡蛎的生长与性别关系

Tab.3 Relationship between growth and sex of yearling Pacific oysters (*Crassostrea gigas*)

	观察数 (个)	壳高 (cm)	壳长 (cm)	壳宽 (cm)	体质量 (g)	鲜肉质量 (g)
雌性	44	9.88 ± 1.440	5.70 ± 0.957	2.97 ± 0.616	87.02 ± 34.020	10.57 ± 5.253
雄性	55	9.41 ± 1.640	5.23 ± 0.945	2.72 ± 0.557	69.55 ± 31.195	8.17 ± 5.229
<i>P</i>		0.135	0.016	0.036	0.009	0.027

2.5 雌雄同体与自体受精

牡蛎群体中自然存在着雌雄同体的个体。从表 1 中可见,随着年龄的增加,雌雄同体的比例逐渐降低,年龄越小的群体中,雌雄同体的比例越高,年龄越大的群体中,雌雄同体的比例越低。4.5 月龄的牡蛎群体中,雌雄同体的比例高达 1.94%,1 龄的群体中雌雄同体比例降低为 0.35%,而 2 龄的牡蛎群体中,雌雄同体比例仅为 0.12%,且在 3 个群体中,只有 1 个群体检测到 1 个雌雄同体个体,其他两个群体均未发现雌雄同体者。

选取 3 个 1 龄的雌雄同体牡蛎,将精卵剥离下来进行自体受精,观察其受精情况。由于精子浓度较高 (1.2×10^6 个/mL),自体受精者发育速度较慢,40 min 后仍不见极体出现,洗卵后 5 min 开始出现极体。而异体受精者尽管精子浓度也很高,但在加入精子后 35 min 时开始出现极体。24 h 后孵化出形态正常的 D 形幼虫(表 4)。

3 讨论

3.1 关于牡蛎的人工育苗与性早熟

本研究中,发生后 4.5 个月的牡蛎即达性成熟,

产生具受精能力的精卵,但繁殖力较低,仅有小部分(20%左右)的个体性腺很发达,完全遮盖了褐色的消化腺,大多数牡蛎虽然能产生成熟的精子或卵子,但性腺发育程度差,从外观上只能看到小部分乳白色的性腺,不能覆盖褐色的消化盲囊,有些几乎看不到乳白色的性腺。

表 4 雌雄同体牡蛎的怀卵量和自体受精率

Tab. 4 Fecundity and self-fertilization rate of hermaphrodite oysters

编号	怀卵量 ($\times 10^4$ 粒)	自体受精率 (%)	备注
1	952.0	87.37	雄性部分占优势
2	938.3	20.0	雌雄两部分均衡,但
3	1 282.5	26.1	精子活动力较差

总体上来看,加温育苗使牡蛎充分利用了春季生长适温期,缩短了性成熟年龄。但是,由于当年成熟的牡蛎个体较小,软体部较瘦弱,绝大多数个体的性腺发育不完全,因而繁殖力低下,这些早熟的牡蛎即使在当年加入繁殖群体,也不会对海区牡蛎的繁殖活



动产生明显的影响。

3.2 影响牡蛎繁殖力的主要因素

牡蛎的繁殖力与其怀卵量是呈正比的, 怀卵量多, 繁殖力就强, 反之繁殖力就降低。而牡蛎怀卵量的多少主要受到年龄和环境条件的影响。年龄的影响主要表现在: 一般年龄稍大的亲贝产卵量较多, 年龄小的亲贝产卵量较少, 如本研究中, 2 龄亲贝的产卵量为 1 龄亲贝产卵量的 3~4 倍。因此养殖场留用种贝时, 应该选用年龄稍大的成贝。

环境对贝类繁殖力的影响也很大。如果环境条件不好, 有的亲贝只能勉强生活而不能产卵, 有时虽怀有大量的卵也无法释放出来, 或者产出的卵子数量仅为怀卵量的一部分。在人工培育条件下, 影响繁殖力的环境因子主要是营养条件, 即饵料。在本研究中, 俚岛和靖海两地人工蓄养的亲贝, 由于饵料供应不足, 营养缺乏, 怀卵量相对较少; 而寻山饵料充足, 营养丰富, 蓄养的牡蛎亲贝怀卵量明显较俚岛和靖海两地的多。

因此, 在亲贝蓄养期间要选择年龄较大的成体作为亲贝, 加强亲贝培育期间的营养供应, 保证亲贝充足的营养需求, 这样可以蓄养最小量的亲贝而满足采卵的要求。

3.3 性比及其主要影响因素

牡蛎的性比是不稳定的, 一般来说, 贝龄小者雄性稍多, 贝龄大者雌体稍多^[1~3]。本研究也证实了性比随年龄而变化这一现象。

本研究中, 牡蛎在 1 龄时雌雄性比就接近 1:1, 这可能与第 2 次繁殖有关, 因人工育苗延长了生长期, 在当年秋季即可达到性成熟, 养殖 1 a 后, 在第 2 年春已是第 2 次繁殖了。

同是 1 龄的牡蛎群体, 俚岛和靖海两地人工蓄养的亲贝, 由于饵料供应不足, 营养缺乏, 雄性数量略多于雌性, 雌雄比例分别为 1:1.135 和 1:1.180, 而寻山饵料充足, 营养丰富, 蓄养的牡蛎群体中雌性数量多于雄体, 雌雄比例为 1:0.899。这说明除了年龄外, 营养条件也是影响本研究中性比变化的重要因子。

由于年龄和营养条件可以影响牡蛎群体的性比, 在室内升温育苗时, 可以通过选择年龄稍大的个体作为亲贝、加强亲贝培育期间的营养供应, 来弥补牡蛎从外观无法区分雌雄的缺点, 从而保证在采卵时有足够的雌贝使用。

3.4 雌雄同体及自体受精现象

牡蛎一般为雌雄异体, 亦有雌雄同体现象, 其性别不很稳定, 在一定条件下会发生雌雄性别相互转变及雌雄同体与雌雄异体间的相互转化^[1~3]。一般认为牡蛎的自然群体中雌雄同体率不超过 0.5% 以下^[4]。作者发现, 雌雄同体的比例随年龄的增长而降低, 在 1 龄与 2 龄群体中, 雌雄同体率都在 0.5% 以下, 但通过升温育苗培育的群体在 4.5 月达性成熟时, 群体中的雌雄同体比例高达 1.94%。雌雄同体的太平洋牡蛎能够自体受精, 并能正常的孵化出面盘幼虫。

雌雄同体现象在很多贝类中都有发现, 关于自体受精现象在马氏珠母贝 (*Pectada martensii*)^[5]、海湾扇贝 (*Argopecten irradians*)^[6]、球形扇贝 (*Argopecten circularis*)^[7] 及美洲牡蛎 (*C. virginica*)^[8] 等贝类中也有研究报道, 并且在海湾扇贝中建立了自交群系^[6]。雌雄同体太平洋牡蛎具有自体受精能力, 通过自体受精可大大加快基因纯化的速率, 为纯系的快速建立提供了一条捷径。

参考文献:

- [1] 山东水产学校主编. 贝类养殖学[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [2] 王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 1993.
- [3] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科技出版社, 1995.
- [4] Victor S K, Roger I N, Albert F E. The eastern oysters[M]. USA: Maryland Sea Grant College Publication, 1996, 335-370.
- [5] 王梅芳, 余祥勇, 刘永, 等. 马氏珠母贝雌雄同体和自体受精的研究[J]. 水生生物学报, 2006, 30 (4): 420-424.
- [6] 张国范, 刘述锡, 刘晓, 等. 海湾扇贝自交家系的建立和自交效应[J]. 中国水产科学, 2003, 10 (6): 441-445.
- [7] Ibarra A, Cruz P, Romero B A. Effects of inbreeding on growth and survival of self-fertilized catarina scallop larvae, *Argopecten circularis*. [J]. *Aquaculture*, 1995, 134: 37-47.
- [8] Mallet A L, Haley L E. Effects of inbreeding on larvae and spat performance in the American oyster [J]. *Aquaculture*, 1983, 33: 229-235.

A primary study on reproductive characteristics of cultivated groups of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*)

WANG Zhao-ping, WANG Yan, LI Yun, YU Rui-hai, WANG Ru-cai

(The Key Laboratory of Mariculture, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: July, 11, 2007

Key words: Pacific oyster, *Crassostrea gigas*; cultivated groups; reproductive characteristics

Abstract: The reproductive characteristics of cultured Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) were discussed in this study. The time for sex maturation shortened in oysters that were artificially bred inside the door by promoting the sea water temperature. The gonad matured only 135 days after fertilization in these oysters. Sex ratio of female to male varied greatly with ages, was 1:2.73 in a 4.5-month-old group, 1:1.07 in 1-year-old group and 1:0.599 in 2-year-old group. Hermaphrodites exist in oyster groups and the rate of hermaphrodites reduced with the increase of ages. The proportion of hermaphrodites was up to 1.94% in 4.5-month-old group and lowed to 0.35% in 1-year-old oyster, only 0.12% of hermaphrodites were observed in 2-year-old group. Self-fertilization was realizable in hermaphrodites. The fecundity increases with the increase of ages, the mean amount of eggs in each femle ranges from 23.338~290.0 million in 2-year-old oyster which were significantly more than that in 1-year-old group (ranged from 80.0~85.68million). Beside ages, fecundity also depended on nutrition and extent of gonad development. The females were larger than males in shell height, shell width, whole weight and tissue weight ($P<0.05$), but no significant differences were noticed in shell length between males and females.

(本文编辑: 谭雪静)