

海湾扇贝引种复状研究*

张福绥 何义朝 亓铃欣 孙鲁宁

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 海湾扇贝于1982年从美国引进中国,10年后发展形成庞大的海水养殖产业。为解决全人工养殖中育苗和养成生产中出现的病害造成大量死亡、个体小型化趋向、单位产量下降及肉柱得率降低等严重问题,于1991年12月再次从加拿大引进海湾扇贝种贝,通过人工育苗途径,更换了原有养殖群体的种质。在12个海区试养结果表明,再次引进的海湾扇贝,其抗逆性、生长速度、体型、肉柱得率、生活力等性状,均比原养殖群体有显著提高。自1994年起已在山东、河北、辽宁等省市推广养殖了引种复状的海湾扇贝。

关键词 海湾扇贝 引种 复状

海湾扇贝是1982年从美国引进(张福绥等,1986)、1986年向沿海各省推广的,养殖发展较快,现已成为黄海与渤海支柱养殖产业之一,1994年产量约达30万吨,累计产量为100万吨以上,形成世界海水养殖业中的新兴产业。随着全人工养殖年代的延长,在育苗与养殖生产中逐步出现一些越来越明显的问题,如生长速度减缓,商品贝体型变小,肉柱得率下降,尤其是育苗过程发生“幼虫面盘解体”病与养成过程出现“外套膜收缩病”的场地与年代越来越多。产生上述诸问题的原因涉及多方面,如,盲目增大养殖密度与养殖面积,导致养殖负荷超载;海洋环境污染;贝体感染致病生物等。另外,也会与下述事实有关,即我国1993年以前的海湾扇贝养殖群体,是从1982年引进的26个种贝经过连续多代近亲交配培育苗种养殖发展起来的,有可能导致遗传衰退、抗逆性减弱。为解决上述问题,作者首先是重新引进种贝,通过育苗与养成试验,评估其养殖性状,以便更新我国海湾扇贝养殖群体的种质,达到复状目的。

1 材料与方法

1991年12月作者之一(张福绥)赴美与有关单位联系重新引种事宜,得到华盛顿大学Chew教授支持,他从加拿大联系得一批海湾扇贝(*Argopecten irradians irradians*)种贝,并委托大连市水产局引种同志协助带回大连。1993年3月11日承蒙大连市水产局帮助运来一批种贝,系1992年培育的新引进海湾扇贝F₁代苗种养成的(以下称新引进海湾扇贝)。从群体看壳面颜色黑褐,较原海湾扇贝深浓,个体较大。由于运输途中受低温影响,运来的种贝仅存活42个。置于实验室内1m³与2m³的塑料水槽中培育,按原海湾扇贝苗种培育的工艺流程进行性腺促熟、采卵、幼虫培养、采苗等作业(张福绥等,

* 中国科学院重大课题, Ky 85-08-01-13-13。张福绥,男,出生于1927年12月,研究员。

收稿日期:1996年6月28日,接受日期:1996年10月20日。

1986: Zhang, et al., 1989¹⁾)。4月29日采卵孵化, 幼虫在23℃条件下培养, 培养过程中按时测量生长数据。以聚乙烯网片做采苗器。稚贝壳高达300—500μm时, 经抽样计数后按计划分散到12个试点进行中间培育与养成。各试点的稚贝一般先在虾池中培育若干天后移至海区中继续培育。各试点均以原海湾扇贝(下称原海湾扇贝)的养殖群体做对照。对照组的稚贝一般比试验组者早出池约1个月。各试点培育出池稚贝成商品苗(平均壳高5mm)的数量是按其养成种贝所需要量的1.2倍计算。

2 结果

2.1 采卵、孵化与幼虫生长发育

室内水槽中控温培育的42个亲贝, 于4月29日成熟排放, 获受精卵约 5×10^6 粒, 共孵化出D形幼虫 3.5×10^6 粒, 孵化率达70%。幼虫在23℃条件下培养, 生长发育正常(图1)。5月8日上午(受精后9d)出现眼点, 下午眼点出现率达70%以上, 随即投放采苗器。次日见有幼虫附着变态成稚贝, 幼虫生长发育的快速与整齐程度为以往罕见。未发现面盘解体现象。幼虫变态率达90.5%。

2.2 苗种中间培育

这批苗种专用于养成亲贝。为避免集中养殖有可能因疏忽或意外灾害造成毁灭性损失, 也为评估在不同海区的养殖效果, 于5月17—22日将其分散到青岛市的胶南、即墨、黄岛等海区的11个养殖试点。承担各试点管理工作的单位, 均具备工厂化育苗与养成的良好设施与技术。苗种中间培育后, 由各单位继续养成亲贝供翌年育苗用。另外又将部分稚贝送至水质肥沃的莱州湾试点。苗种中间培育结果见表1。可见, 有些试点的保苗率相互差异较大。其主要原因可能是各采苗网片大小虽同, 但采苗数量差异较大, 分配苗种时各单位只能分得2—4个网片, 而每次网片上的稚贝数量都是按在育苗水槽内抽样计数的平均值计量, 由此导致某些试点保苗率差异较大。但按各试点总体来计算保苗率一般是可信的, 即商品苗总数(116.4万粒)除以出池稚贝总数(289万粒)得保苗率40.0%, 从整体看保苗效果良好。

2.3 养成

各养成试点均以原海湾扇贝做对照, 试验组与对照组在养成笼内的扇贝密度相同。

2.3.1 生长 根据1993年12月上中旬测量, 9个试点扇贝生长量值示于表2。可见, 壳高、体厚与体重的平均值, 新引进海湾扇贝者均比原海湾扇贝者高, 分别高出

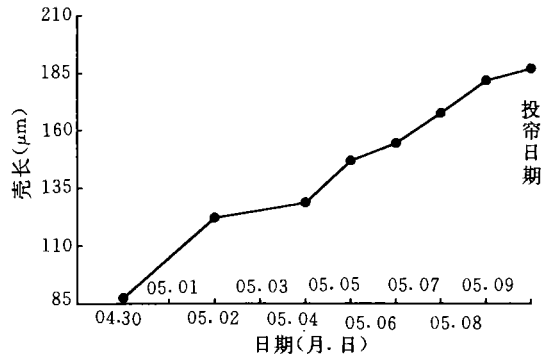


图1 新引进海湾扇贝幼虫的生长(23℃ ±)

Fig.1 Growth of newly introduced bay scallop (*Argopecten irradians*) larvae (23℃ ±)

1) Zhang Fusui et al., 1989, Marine Biotechnology, The Japanese Society for Marine Biotechnology, pp. 307—310.

表 1 新引进海湾扇贝 F_2 代稚贝中间培育的保苗率Tab.1 Retention rate of F_2 spats of newly introduced bay scallop (*Argopecten irradians*) in nursery culture

试养单位	出池稚贝数	养成亲贝数	折合商品苗数	保苗率
	(万粒)	(万粒)	(万粒)	(%)
胶南市红石崖镇养殖公司	27.0	4.0	4.8	17.7
胶南市水产研究所	24.5	4.0	4.8	19.6
胶南市水产增殖站	25.0	11.5	13.8	55.2
胶南市泊里养殖场	24.0	6.0	7.2	30.0
胶南市琅琊养殖场	18.0	6.0	7.2	40.0
胶南市大珠山养殖场	18.0	5.0	6.0	33.3
黄岛区水产增殖站	42.5	25.5	27.0	64.0
即墨市养殖公司	20.5	2.0	2.4	11.7
即墨市泊子养殖场	26.5	12.0	14.4	54.3
即墨市田横镇虾场	20.0	16.0	19.2	96.0
即墨市周戈庄养殖场	18.0	1.0	1.2	6.7
莱州市金城浅海开发公司	25.0	7.0	8.4	33.6
共计	289.0	97.0	116.4	40.0

表 2 新引进海湾扇贝与原海湾扇贝生长比较

Tab.2 Comparison of growth between newly introduced and originally cultured bay scallop (*Argopecten irradians*) in 1993

试养单位	测量日期 (月.日)	平均壳高 (mm)			平均体厚 (mm)			平均体重 (g)		
		新引进海	原海湾	新 / 原	新引进海	原海湾	新 / 原	新引进海	原海湾	新 / 原
		湾扇贝	扇贝		湾扇贝	扇贝		湾扇贝	扇贝	
胶南市红石崖镇养殖公司	12.07	51.8	51.8	1.00	22.9	24.8	1.08	32.0	40.0	0.80
胶南市水产研究所	12.06	58.9	53.3	1.11	24.9	22.7	1.10	40.0	37.0	1.08
胶南市水产增殖站	12.06	58.4	49.6	1.18	24.0	20.0	1.20	37.6	20.8	1.81
胶南市泊里养殖场	12.06	55.4	—	—	22.9	—	—	—	—	—
胶南市琅琊养殖场	12.06	57.7	52.0	1.11	22.9	21.7	1.06	—	—	—
黄岛区水产增殖站	12.08	52.8	46.8	1.13	23.8	20.1	1.18	28.8	17.0	1.69
即墨市泊子养殖场	12.16	55.9	52.9	1.06	23.1	23.1	1.00	34.0	28.0	1.21
即墨市周戈庄养殖场	12.16	56.9	51.5	1.11	26.1	23.1	1.13	39.0	27.0	1.44
莱州市金城浅海开发公司	12.17	55.4	53.0	1.05	23.9	24.8	0.96	39.6	29.0	1.38
平均		55.9	54.1	1.09	23.8	22.5	1.07	35.9	28.4	1.34

9%, 7%与34%。应当指出: (1)表2所示胶南市红石崖镇养殖公司养殖的新引进海湾扇贝, 因故分苗日期(8月12日)较其他试点者延迟约20d, 对生长造成一定负影响; (2)新引进海湾扇贝与原海湾扇贝的上述生长差距是在前者育苗日期比后者一般迟后1个月的情况下取得的, 该事实进一步证明新引进海湾扇贝较原海湾扇贝生活力壮旺、生长快速。

莱州湾试点的生长对比的变化见图2。莱州湾试养的新引进海湾扇贝稚贝为1993年5月26日出池, 原海湾扇贝稚贝为4月24日出池, 前后相差32d。7月17日第一次测量时, 如图2所示, 前者壳高与体重均比后者小得多, 至8月下旬便赶上后者, 并进而超过后者。至12月7日, 前者壳高与体重分别达到55.4mm与39g, 而后者为53.0mm与29g, 即新引进海湾扇贝的平均壳高与平均体重分别比原海湾扇贝者大4.5%与34.5%。

2.3.2 肉柱得率 1993年12月7日从莱州湾石虎嘴沿岸有关养殖海区区内及即墨市太平港沿岸养殖海区两试点取样, 其肉柱得率见表3。莱州湾石虎嘴沿岸是有名的海湾扇贝养殖肥区, 即墨市太平港沿岸是养殖海湾扇贝的一般海区, 扇贝的肉柱得率前者高于后者是正常的。但将新引进海湾扇贝与原海湾扇贝做一比较时, 不管在表1的哪一海区养殖, 前者的肉柱得率均高于后者。这表明新引进海湾扇贝的肉柱得率高于原海湾扇贝。

表3 新引进海湾扇贝与原海湾扇贝肉柱得率比较

Tab.3 Comparison of gain rate of adductor muscle between newly introduced and originally cultured bay scallop (*Argopecten irradians*)

养殖试点	肉柱得率(%)	
	新引进海湾扇贝	原海湾扇贝
莱州市金城浅海开发公司	11.4	9.7
即墨市的养殖场	8.2	8.0

2.4 抗逆性

1993年青岛沿岸养殖的扇贝在某些海区出现不同程度的死亡, 特别以8月份高温期最为严重。据作者调查, 即墨市泊子养殖场的原海湾扇贝至8月15日几乎大部死亡, 同海区养殖的栉孔扇贝死亡率也达30%—40%。同时期胶南市大珠山养殖场的原海湾扇贝死亡达30%—50%, 死亡个体为3—4cm; 该海区的栉孔扇贝也有一定数量死

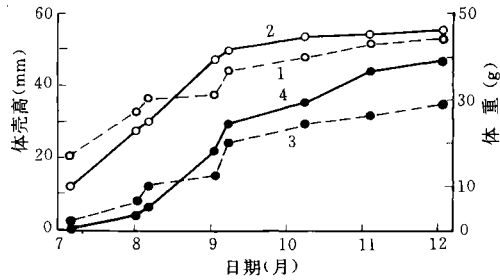


图2 莱州湾原海湾扇贝与新引进海湾扇贝生长比较

Fig.2 Comparison of body weight and shell height between originally cultured and newly introduced bay scallop (*Argopecten irradians*) in Laizhou Bay

1. 原海湾扇贝壳高; 2. 新引进海湾扇贝壳高;
3. 原海湾扇贝体重; 4. 新引进海湾扇贝体重。

亡。但是上述两海区试养的新引进海湾扇贝却未发现死亡。

90年代以来青岛沿岸海区保留的原海湾扇贝种贝,越冬后至翌年3月便会大批死亡,以致不能达到保留亲贝的目的,特别保留在内湾者死亡尤为严重。1993年胶南市水产增殖站在唐岛湾养成的新引进海湾扇贝,秋后继续保留在该湾越冬供翌年春做亲贝用。越冬后虽然也发现有死亡,但远不像原海湾扇贝那样严重。值得指出的是,1994年春遗漏海中的一笼新引进海湾扇贝亲贝,迟至6月发现时,仍然生活良好(据徐龙党副站长介绍)。对原海湾扇贝来说,6月份仍保持如此良好的生活状况只是在引进其后的早些年方能见到。1994年青岛市崂山区前海西部海域养殖的栉孔扇贝,8月份死亡达70%左右,而在同海区养殖的新引进海湾扇贝(F_3 代)于同期内则未见到异常死亡。

上述大批死亡现象可能与水文气象、病害等也有关,目前尚不能得出肯定结论,但以上对照事例皆可以说明,新引进海湾扇贝的抗逆性强于原海湾扇贝以及栉孔扇贝。

2.5 附着力与活力

在几个试点的养殖过程中的观察表明,新引进海湾扇贝分苗后(分苗时壳高约3cm),苗体能够较均匀地附着在养成笼的底盘上,届12月份长成商品贝时,尽管该时水温较低,仍能以足丝附着,而该时期的原海湾扇贝一般便脱离底盘,不再分泌足丝。1994年春室内控温促熟期间,仍能见到新引进海湾扇贝亲贝分泌足丝附着,甚至见到贝壳周缘生长出一环明显的新壳。在养成过程中如将养成笼提离水面,新引进海湾扇贝的双壳便强有力地不断扇动,显得十分活跃,尤其在10月前水温较高时。上述事实说明,新引进海湾扇贝的附着力与活力均比较强。

3 小结与讨论

前面所述的各项实验与观察结果表明,与全人工养殖11代的原海湾扇贝比较,新引进海湾扇贝受精卵的孵化率、幼虫变态率、中间培育过程的保苗率,以及商品贝的肉柱得率等均比较高;养成过程中,贝体生长较快、抗逆性强、活力与附着力较大。这些优化的养殖性状说明,通过重新引进海湾扇贝种贝的途径,已经达到使养殖群体复壮的预期目的。至1993年,本实验培育的新引进海湾扇贝苗种所养成的种贝,数量上不仅能满足1994年青岛市各育苗场的需要,并且向山东省其他地区提供部分种贝。1994年青岛市各养殖海区全部更换为养殖新引进海湾扇贝。

本实验的结果表明,1991年12月从加拿大引进的海湾扇贝与1982年12月从美国引进的海湾扇贝在养殖性状上有一定程度的差别。这种差别是否是海湾扇贝模式亚种 *Argopecten irradians irradians* 内的不同品系所致,暂不考虑,但作者认为,这主要是由于后者引进中国连续11代近亲交配育苗导致种质下降引起的。生化遗传学的研究结果表明,美国海湾扇贝自然群体的杂合度为0.116(Wall et al., 1976),而我国第9代海湾扇贝养殖群体的杂合度仅为0.091(张国范, 1994, 内部交流的初步研究结果),有一定程度降低。这一结果与一些学者意识到的“在我国全人工养殖多年的海湾扇贝有可能会出遗传衰退种质下降”的设想是符合的。1993年美国的研究结果表明,我国第11代海湾扇贝养殖群体的mtDNA基因型与美国自然群体者确有不同,有些基因来中国后遗失了(Blake, 1994, 个人通信)。原海湾扇贝引进中国后的前些年(1983—1988年),作者未曾发现青岛沿岸水域养殖的种贝于越冬后的翌年春季出现过大批死亡,并且

1983—1985年在胶州湾的养成试验中,少数个体的寿命竟达到32个月之久。原海湾扇贝80年代的养殖性状与新引进者的相似,但自90年代起出现大批死亡,这应当看做是连续多代人工育苗导致种质下降的结果。诚然近些年在扇贝养殖数量与面积不断增加,相应地出现病害也会增多,但也应意识到在养殖群体种质下降与活力降低的情况下也会容易感染疾病。基于上述认识,借助于重新引种的做法来解决养殖群体遗传衰退问题是必要的,但这只能是应急对策,可以得到短期奏效。10年左右以后,二次引进的海湾扇贝大约还会出现种质下降现象。为此从长远计,应注意遗传育种学研究,创建良种培育的科学技术,从根本上解决提高种质质量问题。

为了充分发挥新引进海湾扇贝生长快速优势,所赖以养殖的水体中必需保证充分或较充分饵料的供应才能产出较大个体。近些年我国各海区养殖扇贝一般密度过大,饵料不足,生产的扇贝偏小,商品价格低。在这种情况下,即便养殖新引进的海湾扇贝恐怕也难取得理想效益,因此必须合理降低养殖密度。从有关因素综合考虑,我们认为能使海湾扇贝当年长成平均壳高5.5cm,平均体重35—40g或平均肉柱鲜重5—6g的养殖密度为宜。合理的养殖密度应主要根据海区养殖容量确定,为了扇贝养殖业的持续发展,海区扇贝养殖容量研究刻不容缓。

当前我国有些县市的扇贝养殖已发展到水深20—30m的海区,包括青岛市在内的有些县市目前尚主要集中在10m以内的海区养殖。为了在不减少养殖数量的前提下降低养殖密度,势必要向10—20m或更深海域发展。深水区有可能因流急而增大扇贝养成笼的摆动角度,影响海湾扇贝生长,但新引进的海湾扇贝因附着力强、营附着生活的时间较长,有助于其适应急流的环境。

参 考 文 献

- 张福绥等, 1986, 海洋与湖沼, 17(5): 367—374.
Wall, J. K. et al., 1976, *Genetics, Supply*, 83(3): 81.

STUDIES ON THE RESTORATION OF CULTURED BAY SCALLOP *ARGOPECTEN IRRADIANS* THROUGH REINTRODUCTION OF BROODSTOCK

Zhang Fusui, He Yichao, Qi Lingxin, Sun Luning

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Abstract The successful culture of the bay scallop, *Argopecten irradians* introduced from the U. S. to China in 1982 eventually gave rise to a huge mariculture industry in 10 years. After years of continuous artificial culture and with increased scale of its mass culture, many problems such as high mortality caused by diseases, a tendency towards smaller size growth, decrease in yield per unit production and lower yield rate of adductor muscles, etc, propped out causing great concern among mariculturists. As weakening of germ

plasm due to continuous inbreeding for over 11 generations could possibly have led to the above deplorable situation reintroduction of new bay scallop broodstock was resorted to. A batch of parent bay scallop *Argopecten irradians* introduced from Canada in December 1991 and artificially cultured by the Liaoning Province Fisheries Institute successfully produced the F_1 generation in 1992. From the Liaoning Province Fisheries Institute we obtained (in 1993) 42 parent broodstock which spawned and produced fertilized eggs amounting to 5×10^6 in April 29th, with hatching rate of 70%, and eyed larvae metamorphosis rate of 90.5%. Subsequent rearing gave rise to 2 890 000 F_2 generation spats with shell height attaining 3.0 — 5.0 mm. On the 17th — 22nd of May, the spats were used by 12 pilot culture sites distributed along the Shandong coastal regions for intermediate rearing and growing experiments. A total of 1 164 000 commercial size seed scallops (with average shell height of 5.9mm) was harvested with retention rate of 40%. Culture results from the 12 pilot culture sites show that the newly introduced bay scallops show far more superior culture qualities than the original bay scallop population. For example, in terms of growth increment, the newly introduced scallops at harvest time had an averaged respectively 9%, 7% and 34% increase in shell height, body thickness, and body weight over those of the original population. Experiments on growth increment carried out in Laizhou Bay showed that on July 17, the average shell height and body weight of the newly introduced bay scallop were at first less than those of the original population, but by the later half of August, the former caught up with the latter, and by September, had greater shell height and body weight than the latter (Fig.2) , and higher (by 11%) adductor muscle yield rate than the former. All the above indices of improvement add up to show that the goal of broodstock restoration was achieved by the process of reintroduction of new broodstocks. In 1994 all over Qingdao the original population was replaced by scallops bred from the newly introduced broodstock. The following year seedlings from the Qingdao newly bred population were introduced for culture in other districts of Shandong Province and subsequently in Hebei Province and Liaoning Province. Thus it is clear that the decline in productiveness of the original bay scallop population was caused by continuous inbreeding over many years leading to loss of vigor of the broodstock germ plasm.

Key words Bay scallop Reintroduction Restoration