

日本刺沙蚕大规模移植的生态学研究*

张志南 孙文林[†] 于子山 王连华[†] 王道本[†]

(青岛海洋大学, 266003)

([†]文登市高岛盐场, 山东 264405)

提要 1991年11月—1992年5月在文登市高岛盐场总面积1665亩的30个虾池进行了日本刺沙蚕的移植研究,沙蚕的总投放量为1849/kg,每亩平均11.11kg。3月中旬测得的幼虫平均密度为20130个/m³,4月中旬测得的定着幼虫和幼体的平均密度为3352个/m²。对两次6组随机抽样总计1215条成体沙蚕测得的雌雄比为1:2。成熟雌体的平均怀卵量为 $24 \times 10^4 (\pm 3.6 \times 10^4)$ 个,平均粒径为 $209 (\pm 3.7) \mu\text{m}$ 。在移植沙蚕的虾池中,沙蚕幼虫定着的数量和生长发育的情况同自然纳潮虾池中的情况无任何差异。提出了两个简易的公式,以便计算对虾生长盛期为保持一定数量的沙蚕密度每亩所需投放的沙蚕数量。

关键词 多毛类生态 日本刺沙蚕 移植 养虾池

日本刺沙蚕 [*Neanthes japonica* (Izuka)]在我国北部沿岸,特别是在淡水和海水交汇的河口区域分布很广,资源量很大(孙瑞平等,1980;吴宝铃等,1963,1981;俞大维等,1985;韩方训等,1991),生殖时群浮排卵受精(香川义信,1958;Izuka,1908),5刚节疣足幼虫以前营浮游生活。对虾养殖中利用这一生殖习性进行纳潮(韩方训等,1991),使之在虾池中定居。但因地势等条件的限制,在没有纳潮条件或纳潮效果不理想的地区可实行沙蚕移植。本文报告沙蚕移植的结果及与移植有关的生物学分析,为沙蚕大规模移植提供依据。

1 材料和方法

1.1 实验场地 养虾场位于文登市五垒岛湾畔母猪河口东侧的养殖场所属1号和3号进水沟以及30个虾池内¹⁾。

1.2 沙蚕来源 成体沙蚕于1991年12月和1992年1月用底拖网采自纳潮的外海沟,直接投入进水沟和事先已翻耕并消毒过的虾池中。进水沟水深0.8—1.5m,移植沙蚕的虾池部分纳水,水深约0.5m¹⁾。

1.3 取样程序 移植沙蚕虾池取水样和泥样方法与自然纳潮取样方法完全相同。

1.4 捕食实验 较大水箱3个:29cm×29cm×22cm,编号为02,04和06;较小水箱3个:29cm×19cm×20cm,编号为01,03和05。幼虾取自移植沙蚕的虾池。幼沙蚕同时取自移植沙蚕的虾池和外海沟,有3个大小组。小型组,体长2.5cm以下,25—45个刚毛节;中型组,体长2.6—4.5cm,46—60个刚毛节;大型组,体长4.6—5.5cm,61—71个刚毛节。使用沉淀海水,每日换水2次,定时充气,实验期间水温在18.5—21℃,盐度=32。

* 国家自然科学基金资助,39070193号。

收稿日期:1992年8月3日,接受日期:1993年5月30日。

1) 张志南等,1993,纳潮期日本刺沙蚕幼虫数量及其附着的研究。(待刊稿)

表 1 日本刺沙蚕移植虾池沙蚕幼虫数量的测定(空格未测)
 Tab. 1 Numbers of embryos and trochophores of the nereids transplanted in the prawn ponds (vacancy no measured)

虾池编号	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
虾池面积 (亩)	73	40	56	62	71	59	57	53	54	69	62	66	65	57	60
沙蚕投放量 (kg) (亩均)	427 (5.85)	369 (9.23)	490 (8.75)	684 (11.03)	1 270 (17.89)	602 (10.2)	612 (10.74)	548 (10.34)	571 (10.57)	684 (9.91)	654 (10.55)	703 (10.65)	765 (11.77)	652 (11.44)	746 (12.43)
幼虫数量 (个/m ²)	29 889	5 333	17 778	11 778	20 778	19 111	18 000	12 444	14 555	6 222	14 444	4 556	5 778	14 111	9 667
定着数量 (个/m ²)	1 672	3 160	1 493		1 333	4 767	1 993	1 900	3 653	3 500	720	3 447	4 267	6 327	1 613
虾池编号	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	60	63
虾池面积 (亩)	49	40	35	33	40	55	50	54	60	58	64	59	65	48	51
沙蚕投放量 (kg) (亩均)	681 (13.90)	393 (9.83)	344 (9.83)	518 (15.70)	443 (11.08)	540 (9.82)	691 (13.82)	830 (15.37)	889 (14.82)	570 (9.83)	728 (11.38)	579 (9.81)	1 188 (18.28)	200 (4.17)	120 (2.35)
幼虫数量 (个/m ²)	22 666	8 778	9 111	43 555	29 889	19 778	27 000	20 889	31 000	52 000	13 778	24 000	38 444	5 0778	7 778
定着数量 (个/m ²)		2 707									1 433	1 300	2 180	15 920	

表 2 日本刺沙蚕雌雄比测定结果

Tab. 2 The sex ratio in nereids (*Neanthes japonica*)

取样日期 (年·月)	测试分组	性别	测试个体数	雌雄比	平均
1991.12	I	雌	79	0.72	0.46
		雄	110		
	II	雌	43	0.28	
		雄	152		
	III	雌	132	0.45	
		雄	296		
1992.2	I	雌	37	0.42	0.52
		雄	88		
	II	雌	56	0.62	
		雄	90		
	III	雌	45	0.52	
		雄	87		
测试总数	1 215	雌 雄	392 823	0.48	

2 结果

2.1 沙蚕移植虾池的幼虫数量 1991年12月—1992年1月底, 30个虾池直接投放沙蚕的数量为9 971kg, 平均每亩5.99kg。同期直接投放2个进水沟的沙蚕为8 500kg。累积投放沙蚕数量为18 471kg, 每亩平均11.11kg。从2月底至3月底, 进水沟移植的沙蚕先后成熟, 排卵受精进入除60和63号两个虾池外的28个虾池中。3月11—14日各虾池测定的结果如表1。30个虾池沙蚕胚胎和各期幼虫的平均密度为20 130个/m³。60号池密度最高为50 777个/m³, 最低值(4 556个/m³)出现在17号池。各虾池间幼虫数量差别大, 主要是与直接投放的沙蚕数量和由进水沟引进的幼虫数量有关。其次是与虾池池底的松软度和有机质含量有关。

2.2 移植沙蚕的生物学观察

2.2.1 性别鉴别和雌雄比 两次6组随机抽样共1 215条成体沙蚕, 测得的雌雄比为0.48(见表2)。成熟早期的沙蚕雌体背面呈绿色, 雄体背面为绿色夹杂血红色; 至成熟后期, 雌雄体背面皆为深绿色(当地称“海绿”)。基于上述颜色的判断并结合逐条解剖验证, 求得雌雄比。

2.2.2 雌体怀卵量 分别对初步发育、中等发育和高度发育的16条雌性标本进行怀卵量等参数的测定结果, 见表3。每个体节平均怀卵量也包括一对疣足内的怀卵量。是按体前部(取2个体节)、中部(取3个体节)和后部(取2个体节)分别计数所得平均值。怀卵体节数及所占总体节数的百分比、每个体节的平均怀卵量、每条雌沙蚕的平均怀卵量和

表 3 日本刺沙蚕雌体怀卵量(括号内为变异系数)
Tab. 3 The measure result of egg-production amount in of females nereids (*Neanthes japonica*)

取样时间 (年·月·日)	材料来源	体长 (cm)	体节数	杯卵体节数 (%)	杯卵体节 平均怀卵量	每条雌虫 平均怀卵量	卵径 (μm)
1991.12.20 (n = 4)	移植沙蚕 的虾池	12.2 \pm 3.6	93.3 \pm 5.8	54.5	3 423 \pm 1 468 (42.8)	178 956 \pm 97 955 (54.9)	152 \pm 3.3 (2.2)
1992.1.24 (n = 6)	移植沙蚕 的虾池	12.4 \pm 1.1	95 \pm 7.6	89.5	2 806 \pm 866 (30.9)	244 368 \pm 92 310 (37.8)	172 \pm 2.6 (n = 20) (1.5)
1992.2.28 (n = 6)	纳潮水沟	17.4 \pm 1.3	98.2 \pm 7.8	96.2	5 119 \pm 608 (11.9)	480 387 \pm 36 236 (7.5)	209 \pm 3.7 (n = 40) (1.8)

表 4 幼虾捕食日本刺沙蚕幼沙蚕雌的实验结果(1992.5.26--5.29)
Tab. 4 The experiment result on the predation of juveniles of nereids (*Neanthes japonica*) by prawn's juveniles

水箱编号	幼 虾			幼 沙 蚕				沙蚕被 捕食率 (%)	
	投放尾数	规格(cm)	实验结束存 活率(%)	死亡数 (自残)	投放次数	累积投放 沙蚕个数	实验结束 存活数		死亡 (被虾捕食)
01	20	3—3.5	20	0	6	150	18	132	88
02	30	3—3.5	30	0	10	265	2	263	99.2
03	20	3—3.5	20	0	6	150	12	138	92
04	20	2—2.5	16	4	9	260	30	230	88.5
05	20	3—3.5	20	0	8	200	0	200	100
06	30	3—3.5	27	3	9	240	0	240	100

表 5 日本刺沙蚕疣足背叶的刚毛数目(第 50 刚毛节)

Tab. 5 Numbers of setae on the notopodium from the 50th parapodium in nereids
(*Neanthes japonica*)

标本测定日期 (年.月)	性别	标本序号										平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1991.12	雌	30	77	52	36	21	123	29	38	34	67	50.7±31.0
	雄	52	25	54	53	54	154	42	66	36	33	56.9±36.2
1992.2	雌	64	74	83	110	119	90	83	130	81	80	91.4±21.2
	雄	146	170	210	52	96	124	191	143	219	123	147.4±52.0

卵直径等 5 个参数随着产卵期的临近,数值逐步增大,显示了明显的变化规律。而每体节平均怀卵量和每条雌沙蚕平均怀卵量的变异系数却分别由 42.8% 和 54.9%, 降至产卵期的 11.9% 和 7.5%, 指明产卵期怀卵体节的发育趋于一致,进一步证明 2 月底是日本刺沙蚕的性成熟期。各发育期卵径的变异系数很小(1.5%—2.2%),指明各个时期卵的发育相对比较一致(表 3)。

2.2.3 幼虾对幼沙蚕的捕食实验结果 用两组共 6 个水箱进行捕食实验的结果,见表 4。实验结果指明,2—2.5cm 的幼虾对 25—60 个刚节的中、小型沙蚕的捕食率达 89%。3—3.5cm 的幼虾对来自同时期同一虾池的大、中和小型沙蚕的捕食率平均达 96%,而在 05 和 06 两个水箱内捕食率达 100%。

3 讨论

3.1 性别鉴别和雌雄比 雌雄鉴别和性比的测定,是沙蚕移植前首先要了解的生物学参数,因为它与每亩沙蚕投放量密切相关。国内外的许多研究者证实,成熟的日本刺沙蚕没有异沙蚕体,而且在形态上也没有特殊变化(吴宝铃等,1981; Imajima, 1972; Imajima et al., 1964)。本研究基本上支持了这一论断。我们的标本无论在同一成熟期的雌雄之间,或不同成熟期的同性或异性之内,其眼点和疣足的舌叶形态均无显著差别,但第 50 刚节的背刚毛叶上着生的等齿刺状刚毛数有变化。同一发育时期(1991 年 12 月和 1992 年 2 月)的雌雄间刚毛数无显著的差异;不同成熟期的雌体之间有差异但不显著,但雄性之间有显著的差别(表 5),即 1992 年 2 月雄体背刚毛叶上等齿刺状刚毛数(147±52)大约是 1991 年 12 月刚毛数的 2 倍(57±36)。这与 Smith (1958) 从日本采到的同种的形态有所差异,差异的原因可能是地理隔离所致。

迄今未见日本刺沙蚕雌雄比例的报道。Dales (1950) 评述了相近种杂色沙蚕(*Nereis diversicolor* Müller) 的雌雄比,该种雄性个体居少数,约占 1%—30%,因地点不同而有较大的差异。我们对日本刺沙蚕的测定是雄性居多数,雌雄比大约是 1:2。

3.2 每亩投放沙蚕量的估算 8 月高温期是对虾生长增重的关键时刻,同时也是虾病的高发病期,移植沙蚕可补充动物性饵料从而减少投饵量,另外可净化池底有效地预防虾病。问题是在这一时期,虾池内要保持多大的密度才能达此目的。据我们现场的实际观测和估算,8 月中旬池底沙蚕密度若能保持在 400 条/m² 以上,就能有效阻止池底黑色还原层的出现,使虾池底表面保持褐黄色的氧化层;当然,能保持 500—600 条/m² 沙蚕密度

更好(韩方训等, 1991)。为保持一定的沙蚕密度所需要的怀卵量本文运用以下公式求得:

$$G = 667D/A \quad (1)$$

式中, G 为保证沙蚕一定密度每亩雌体沙蚕怀卵总量; D 为 8 月中旬拟保持的沙蚕密度; A 为一系列成活率参数的乘积, 即 $A = a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e = 1.68 \times 10^{-3}$ 。 a 为成体沙蚕移植的成活率, 约为 0.8, 是野外观测的估计数; b 为卵子受精率及胚胎正常发育率之和 0.15, 由实验结果推算; c 为担轮幼虫至 3 刚节疣足幼虫的成活率 0.10, 由实验及野外资料估计; d 为 3 刚节疣足幼虫至定着变态发育成刚节幼体的成活率(0.70), 由野外资料估计; e 为至 8 月中旬因对虾的捕食, 沙蚕的成活率为 0.20, 由捕食实验求出。

每亩投放沙蚕的数量按以下公式求出:

$$M = G/g \cdot \bar{W}/r \quad (2)$$

式中, M 为每亩投放沙蚕数量; G 为每亩雌体怀卵总量, 由(1)式求得; g 为每条雌沙蚕平均怀卵量, 实测数据; \bar{W} 为成体沙蚕(雌、雄)平均个体重量, 约 3.5g; r 为雌体所占百分比(0.33)。

由(1)和(2)式, 分别求得 8 月中旬拟在虾池保持的沙蚕密度分别为 400, 500 和 600 个/ m^2 , 所需投放的沙蚕量(kg), 应分别为 7.03, 8.78 和 10.53kg。同样, 本研究的投放量每亩 11.11kg, 其沙蚕的密度应保持在 633 个/ m^2 。然而, 由于接近一半的沙蚕量是直接投入进水沟的, 且不同虾池进水的量是不均匀的, 所以实际上的沙蚕密度要低, 而且不同虾池的沙蚕密度变化较大。

3.3 移植沙蚕虾池与自然纳潮虾池沙蚕的比较 移植沙蚕虾池平均附苗量为 3 352 个/ m^2 , 低于自然纳潮的幼沙蚕量(4 494 个/ m^2)。但考虑到数量变异性很大, 这种差异是不显著的。各阶段幼虫和幼体生长发育情况, 以 38 号池(移植)和 3 号(纳潮)为例说明。由图 1 看出, 两个虾池从所包括的幼虫发育阶段, 各阶段幼年个体的体长及变异范围(标准差), 均无明显的差别。这指明移植沙蚕获得了预期的效果。

3.4 移植沙蚕的虾池管理措施 同自然纳潮相同, 移植沙蚕需要虾池的管理措施相适应, 其中最主要的是对虾生长早期的投饵, 以防止对虾对沙蚕幼体的过捕, 达不到夏季来临净化池底预防虾病的目的。其次是防止敌害特别是 4 月中旬以后用适当网目的网阻止鰕虎鱼类的卵进入虾池。

4 结论

本研究表明, 在不具备自然纳潮的条件下, 大规模的移植沙蚕是可行的, 其效果与自然纳潮没有差别。本文提出了计算每亩投放沙蚕量的公式。上述公式中的参数, 略加修改

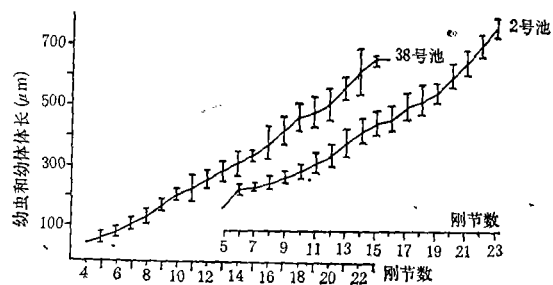


图 1 38 号池(移植)与 3 号池(纳潮)沙蚕幼虫和幼体生长发育比较

Fig. 1 Comparison of the growth and development of nerephora and juveniles from transplanted nereids (*Neanthes japonica*) (No. 38 prawn pond) with one 10cm bring tide (No. 3 prawn pond)

后可用于不同的海域。

参 考 文 献

- 孙瑞平等, 1980, 中国海日本刺沙蚕研究, 山东海洋学院学报, 10(3): 100—110。
 吴宝铃, 陈木, 1963, 中国淡水和半咸水多毛类环节动物研究的初步报告, 海洋与湖沼, 5(1): 18—34。
 吴宝铃等, 1981, 中国近海沙蚕科研究, 海洋出版社(北京), 130—132。
 俞大维等, 1985, 杭州地区日本沙蚕的初步研究, 杭州大学学报, 12(1): 111—118。
 韩方训等, 1991, 沙蚕在对虾养殖生产中的应用, 海洋科学, 3: 4—6。
 香川义信, 1958, 汽水性 \pm カイ *Nereis japonica* の成体及び幼生にたい安为生存盐分域について徳岛大学芸纪要(自然科学), 6: 11—16。
 Blake, J. A., 1975, The larval development of polychaeta from the Northern California coast III. Eighteen species of Errantia, *Ophalia*, 14: 23—84。
 Dales, R. P., 1950, The reproduction and larval development of *Nereis diversicolor* O. F. Muller, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 29(2): 321—360。
 Imajima, M., 1972, Review of the annelid worms of the family Nereidae of Japan, with descriptions of five new species or subspecies, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo*, 15(1): 37—135。
 Imajima, M., and Hartman, O., 1964, The polychaetous annelids of Japan. Part I. Allan Hancock Found, *Occas. Pap.*, 26: 1—127。
 Izuka, A., 1908, On the breeding habit and development of *Nereis japonica* n. sp., *Annot. Zool. Jap.*, 6: 295—305。
 Smith, R. I., 1958, On reproductive pattern as a specific characteristic among Nereid polychaetes, *Syst. Zool.*, 7(2): 60—73。

LARGE SCALE TRANSPLANT OF THE *NEANTHES JAPONICA* (IZUKA) POPULATION

Zhang Zhinan, Sun Wenlin †, Yu Zishan, Wang Lianhua †, Wang Daoben †

(Ocean University of Qingdao 266003)

(†Wei Deng Gaodao Salt Field, Shandong Province 264405)

ABSTRACT

In a Nov. 1991—May 1992 study on the transplant of *Neanthes japonica* (Izuka) 19 491 kg nereids were put in prawn ponds (in Wuleidao Bay in the Yellow Sea) at an average density of 11.11 wg/mu (one mu=0.0667 hectare. The mean density of embryos, throchophora and nectochaetes was 20 130 ind./m³ in the middle of march; that of settled nectochaetes and juveniles was 3.352 ind./m² in the middle of April. The ratio of females to males among the total of 1 215 adult nereids was 1:2. The average number of eggs produced by one moderately matured female was 24×10^4 . The mean diameter of eggs during the spawning season was $209 \pm 3.7 \mu\text{m}$. The nereids/mu put into the prawn ponds is obtained by the equation:

$$M = G/g \cdot W/r$$

where, M is the total number of nereids (unit:g) putting into the prawn ponds in one mu during the transplant; $G=667 D/A$, total numbers of eggs produced by females, D is expected density of nereids in August, “ A ” is a product of a series of parameters, including the fertilization rate, survival rate at different stages and predation rate, $A=1.68 \times 10^{-5}$ in the present study; g is the average number of eggs produced by one adult female nereid; W is the mean weight for one adult nereid and r represents the percentage of females.

Key words Polychaeta ecology *Neanthes japonica* Transplant Prawn pond