

国外对虾养殖

国家水产总局中国水产养殖公司

743

这些资料的原文都是天津养虾公司提供的。文章水平较高,内容较概括,而且时间都很近,可以说大致上反映了国外本领域当前的科技概貌。文章中讨论到的很多问题都正是我们当前在生产和科研中所面临的,因此很有参考价值。但是,由于养殖的种类和地理条件各不相同,其中很多技术参数和具体方法都不能直接采用,而是需要结合我们养殖种类和地理条件的特点,加以某些变通。这一点尚望读者注意。译文中的谬误与不妥之处,希不吝指正。

——译者

目 录

对虾养殖新近的进展	仓田 博 茂野邦彦(1)
日本对虾养殖的经济学状况	平泽 丰 J. Walford(22)
对虾池塘养殖手册	东南亚国家联盟的方案Harry L. Cook编(41)
南海地区对虾养殖中的问题	Harry L. Cook(109)
对虾孵化系统	C. R. Mock, R. A. Neal(138)
斑节对虾在玻利尼西亚于圈养下的生殖和生长	(法国)太平洋海洋学研究中心水产养殖组(144)

对虾养殖新近的进展

仓田 博 茂野邦彦

摘 要

本文评论了在日本对虾(*Penaeus japonicus*)虾苗生产技术方面的进展,以及从1933年开始养虾以来所用的池塘养殖方法,同时也评论了在日本对虾放流技术方面所获得的进步。

大量生产虾苗开头很简单,而且主要依靠经验和直觉,随后就发展了群落育苗法(Community culture method)。在这一方法中通过施加营养盐维持适当密度的对虾幼体和饵料生物。下一个新发展是建立了自动培育系统,现在刚进入实践阶段。在这一系统中投饵和理化条件都是受到严密控制的。

最近十年来食用对虾的池塘养殖已有重大发展,到1974年差不多有50个养虾企业,养殖面积达245公顷,生产将近600吨活虾。最近化费了相当大的力量研制一种适宜的配合饲料,用以代替以往所用的鲜活杂色蛤和贻贝,并研究了一种在控制环境条件下的新养殖方法。

在日本有一个基本上一致的看法,即放流日本对虾的定著仔虾不仅有可能增大局部的虾产量,而且如果放流数量适当大些,也能维持一个相当大的捕虾业。已经研究出了与这一养虾方法有关的有效技术,现在应当努力使这一工作在经济上更为实际可行,成本更低而收益更高。

一、引 言

已故藤永元作博士1933年用日本对虾创始的对虾养殖现在正在全世界普遍推广。对虾养殖的历史充满了尝试和失误(trials and errors)。茂野邦彦在本文的前面部分中概述了在对虾苗生产技术方面和池塘养殖方法方面的发展过程。茂野邦彦从一开始就一直研究虾类养殖。他最近出了一本书,标题为“Shrimp Culture in Japan”^①,该书提供了在水产养殖的本专业范围内的最新的实用知识。

1968年开始了对虾养殖方面的一个新的挑战性进展,其目的为通过放流孵化场培育的虾苗以实际提高局部的虾产量。前一作者,与一些生理学家、海洋学家和民用工程学

^① 该书为1975年用英文出版,书名可译为《日本的对虾养殖》。——译者

家合作,从事这一课题的研究工作;他在本文的第四部分评述了迄今所取得的技术进展。

二、虾苗生产

藤永所创始的日本对虾的人工产卵和随后的培育,已经为当年与他合作的生物学家们进一步发展成了一种大量生产虾苗的实用技术。近年来,虾苗的产量远远超过了日本西部60多个养虾场的需要,这些养虾场年产近600吨商品虾。

1968年日本西部14个县开始了一个由中央政府拨款的养虾计划,其目的为生产和放流成百万的日本对虾苗,以提高局部海区的渔获量。在这一计划的进展中,藤永和他的同事所提出的原来的方法得到了很大的发展,同时也得到了很大的改进,生产的规模也大为提高。

茂野(1975)计算过每个虾苗(P20)的生产成本,1967年大约为0.37日元^①,其中约27%是培育池的折旧,20%是工资。

下面介绍一下日本的虾苗生产发展简史。

1. 基础研究时期(1933—58),

1933年藤永 and 两个同事在天草(图①)开始了日本对虾生活史的研究。在长时间地试图捕到自然的幼体和仔虾都告失望之后,他们发现将成熟雌虾养于水族箱中能够产卵。这一发现对于他找到和遵循幼体阶段人工培养这一方向是一个有力的推动和鼓舞。正当那时,他把研究工作转移到了山口县的秋穗市,此后又费了六年时间,直到东京大学的松江芳幸教授提出了他做成了骨条藻(*Skeletonema costatum*)纯种培养的报告为止,一直没有取得什么重大进展。

引进了这种硅藻,使人工培育日本对虾完成和超过变态期第一次获得了成功。藤永在1942年用Hudinaga的名字(Hudinaga, 1942)发表了培育日本对虾的结果,从而不仅对生活史研究的进展,而且也对近年来日本及其他国家建立养虾业作出了一项重大贡献。

不幸的是他的研究工作在第二次世界大战期间停止了,直到1953年才得以在日本水产公司以及大洋渔业公司经费的支持下在千叶县继续进行。在这一时期中养殖技术有了进步,有时可以取得每立方米60000尾虾苗的高产量。用的是小的水族箱和过滤海水,对产卵雌虾所产卵子的生活力逐个进行了检查。

2. 产业化时期(1959—63),

1959年藤永和他的同事们选择了高松市的太平洋养鱼公司,又得到了上述公司的经费支持。这时认为大规模生产的研究最为重要,虾苗在从三月到八月的一个生长季中的产量很快地提高到了超过一千万尾的水平。

最初试图建立一个机械化养殖系统,但后来由于设置一个控制系统成本太高而放弃了。最后采取的办法是:把很多容量约为1.5立方米的小水族箱边靠边地排列起来,在暗淡的光线下进行培养。研究的主要问题是找出培育用水的最适理化条件和适宜的饵料。

^① 一美元等于303日元。——原注

浪费了很多时间才发现要培育成功必须有适当的光度。试验了用冷冻牡蛎受精卵、栉水母、无节幼体、藤壶幼虫等喂蚤状期和糠虾期的饵料价值，都得到了肯定结果，但这些饵料有的培养起来太费人力，有的不能保证稳定的供应。已证明小球藻和面包酵母消化率太低，不适用。

藤永最先观察到室外养虾池水表面盖着一层褐色的微型藻类的浮膜：这层浮膜由含有气泡的硅藻混合物组成，里面还有丰富的小型动物区系。用这种混合物饲喂后期幼体的试验得到了很好的、大大超过了预期的结果。这种混合物被称为“BT”，使用这种混合物成了商业上的机密。较晚的几个糠虾期主要喂卤虫的无节幼体，补充以从附近的沟里采捕的桡足类。仔虾的主要饵料是绞碎的日本杂色蛤，在饲喂以前先漂洗净软的内脏组织，以免污染培育用水。

当幼体已成为4天大的仔虾(P4)时，就从室内水族箱移到容积为2—3立方米的室外水泥池中；这些水泥池中已有事先准备好的适量的“BT”，在这里一直养成约20天大的仔虾(P20)。这一时期的一般做法是在室内培育幼体而在室外培育仔虾。在室内培育仔虾达20天以上并无特殊困难，但培育成的虾苗看起来很软弱，色彩也很差，这就使在室内培育是否适宜成了严重问题。在这一时期中虾苗生产的基本态势事实上只不过是实验性养殖的积累。培育的成功主要靠经验和大量的注意事项，并不真正适合于正式的大量生产虾苗。

这时，藤永在1963年开始了一个新的设计，其目的为在秋穗市和姬岛(图1)将虾苗养成商品虾。高松市的孵化场供应了一千万尾以上的虾苗。这是日本人工养殖日本对虾

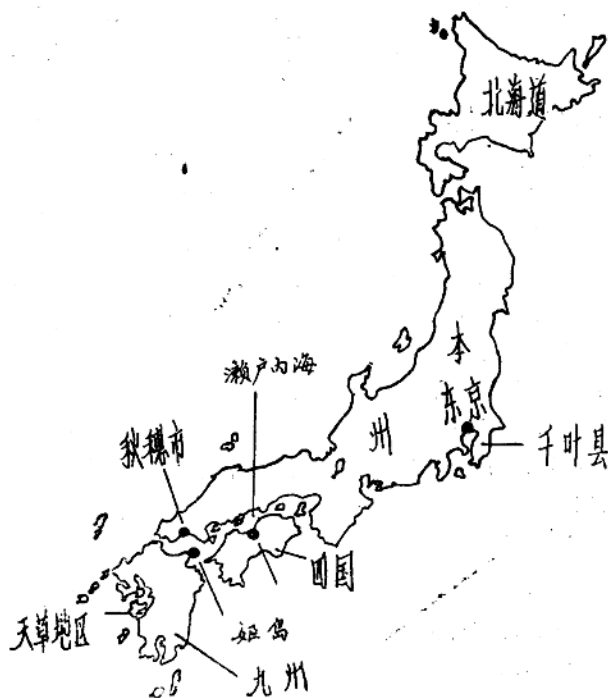


图1 日本地图，示最初进行养虾研究的各个地方

的创始。

3. 大量生产时期(1964年到現在):

1964年桔高开始用容积约为230立方米的室外大水泥池生产虾苗,这在虾苗生产史上创了一个新纪元。这些水泥池是将废盐田的盐池部分地加以填垒而成的。培育用水只用100目的筛绢过滤,让微生物进入而将大动物和碎片滤掉;采取强力的通气。看到产卵成功后,就用硝酸钾(KNO_3)和磷酸氢钾(K_2HPO_4)向池水施肥,促进单细胞藻类的繁殖,以保证蚤状期幼体有适宜的饵料。实验性培育的结果非常令人满意,平均每池生产虾苗一百万尾以上。

这一方法的基本原理是将虾的幼体和它的适宜饵料在同一个水泥池中培养,并通过适当的控制光度、通气和营养盐浓度使其保持适当的密度。这种“群落育苗法”比以往的育苗法极大地节省了人力和资金,因此开辟了一条真正大量生产虾苗的途径。

培育用水的处理如下:水泥池灌到80厘米,然后放养成熟雌虾进行产卵。在幼体达到糠虾期之前一直不换水。糠虾期之后每天加少量的新鲜海水。当幼体达到第一仔虾期时,池水要加深到2米,差不多达到水泥池的最大深度。以后根据水质恶化的程度每天换水20—40%。水质调整的重点是防止代谢废物和残饵积累过多,并使硅藻能保持较为稳定的密度,看出池水呈褐色。当池水变清或变绿时,虾苗总是培育不好。表1列出了这一时期进行的一个实验的结果。

日本以及其他国家的很多孵化场都已采用了群落育苗法,以满足迅速增长的对于虾苗的需要。因此这一方法在近年来大量生产虾苗中起了首要的作用,现在虾苗的产量已达到数亿尾。与此同时,平田等(1972)开始利用豆饼以克服育苗池中的硅藻因光度弱、温度低而繁殖不足的情况。有些育苗池还安装了旋转搅拌机,以保证育苗池水有足够的流动。

但是从1969年以后很多孵化场开始越来越频繁地发生意想不到的失败。仔虾期由于中肠坏死和糠虾期由于致病弧菌的感染而大量死亡的事例都有报道。甚至于卵子也因原生动物的侵袭而大量死亡。产生这些问题的机制知道得很少。一年价很顺利,但第二年就可能遇到很多困难。这一情况迫使人们重新检查了群落育苗的原理。

失败的原因看来,最基本的是由于完全不能控制育苗池的水质。通过施肥在育苗池中繁殖起来的微生物群落,由于从来不能控制,所以并非总是适宜于幼体的成活,同样地,池水的化学性质也不能控制。

此后,又回到了在高松市采用的最初的原理,在鹿儿岛水产研究站开始了一系列的日本对虾幼体培育试验。使用沙滤海水,用一种角毛藻(*Chaetoceros* sp.^①)纯种培养物配合着弟子丸和茂野(1972)研究出来的人工配合饵料^②饲喂。这种配合饵料的搭配成分如下:

成 分	含量(%)
乌贼粉 ^③	47

① 这种角毛藻是1973年分离出来的,单细胞种,易为对虾幼体消化,而且此骨条藻耐高温,与对虾繁殖期的水温相适应。——译者

② 本饲料1974年的成本为每公斤2.6美元。——译者

③ 这种乌贼粉是用太平洋斯氏柔鱼(*Ommastrephes sloani pacificus*)制成的。——译注

1965年在秋疆市的一个57立方米水泥池中培育日本对虾幼体的逐日记录

表1

日期	发育期 ①	数量 ×10 ³	指定时间的水温				施用化肥		指定时间投给的绞碎的鲑肉				池水深 cm	池水换 水20% —40%
			0500℃	1000℃	1500℃	2200℃	KNO ₃	K ₂ HPO ₄	0500g	1200g	1730g	2200g		
8月19日	亲虾→E													
20	E→N ₁	3.470	26.9	27.3	29.5	28.7							70	
21	N ₂	3.470	27.9	28.2	30.3	29.2	70						70	
22	Z ₁	3.170	28.0	28.5	30.0	28.8	70						80	
23	Z ₂	1.960	27.9	28.5	29.5	28.9	70						80	
24	Z ₃	1.740	28.0	28.4	30.0	29.0	70						80	
25	Z ₄	2.240	27.9	27.9	29.5	28.5	70						80	
26	M ₁	2.060	27.7	28.1	29.4	28.4	70						80	
27	M ₂	1.680	27.2	27.8	28.9	28.0	70						80	
28	M ₃	1.370	26.9	26.8	27.9	27.0	70						90	
29	P ₁	1.830	26.2	26.2	26.8	26.0	70						100	
30	P ₂		26.0	26.3	27.1	26.2	70		130	130	130	130	110	
31	P ₃		25.5	26.1	26.5	25.8	70		170	250	250	250	120	
9月1日	P ₄		25.2	25.2	25.1	25.0	70		250	250	250	250	130	
2	P ₅		24.8	25.1	26.1	25.5	70		250	250	250	250	140	
3	P ₆		25.1	25.5	26.7	25.2	70		250	250	250	250	150	
4	P ₇		25.0	25.9	27.0	26.6	70		250	335	335	335	150	0
5	P ₈		25.2	25.3	25.8	25.4	70		335	335	250	335	150	0
6	P ₉		24.7	24.5	25.3	24.5	70		335	420	420	410	150	0
7	P ₁₀		23.5	23.6	24.6	23.5	70		420	500	500	500	150	0
8	P ₁₁		23.1	23.6	24.3	24.2	70		550	550	550	550	150	0
9	P ₁₂		23.8	23.5	23.0	22.5	70		550	550	550	550	150	0
10	P ₁₃		22.0	22.1	22.7	22.0	70		550	550	550	550	150	0
11	P ₁₄		21.5	22.2	24.0	23.0	100	10	875	875	875	875	150	0
12	P ₁₅		22.8	22.8	22.8	22.4	100	10	875	875	875	875	150	0
13	P ₁₆		22.9	22.8	22.8	22.2	100	10	875	875	875	875	150	0
14	P ₁₇	940												

① E—卵子, N—无节幼体, Z—蚤状幼体, P—仔虾; 下角数码为日龄——译者

虾粉	15
浓缩鱼蛋白	5
鲑鱼精巢粉	10
啤酒酵母	5
小麦面筋	3
活性淤泥	5
活性淀粉	5
维生素合剂	2
矿物质合剂	13.7

将上述成份加以混合，加以浸泡，做成面团，然后用挤压机压出来，加以干燥，使保持8%的湿度。这种制成品在投喂之前要先压成碎屑。

培育实验是在1974年4月进行的，六组幼体只喂配合饵料，另外六组将配合饵料和培养的角毛藻搭配着喂。实验结果(列下)清楚的表明可以完全用配合饵料成功地培育日本对虾的幼体，虽然蚤状期延长了两天。

饵料	第一期蚤状幼体开始的数量	需要天数		实验结束时的发育期和成活率		
		蚤状期	糠虾期	发育期	数量+SD	成活率+SD%
配合饵料	500×5	7	4	P ₄	354+54.7	70.8+10.9
配合饵料和角毛藻	500×6	5	4	P ₆	368+31.3	83.6+6.3

野村用大规模重做了一个类似的实验。他这次用的是60到110立方米的水泥池和沙滤海水。蚤状期和糠虾期都完全用培养的角毛藻饲喂。角毛藻是在另外一个60立方米池子中繁殖的，该池的内壁漆成白色，仔虾用配合饵料饲喂结果(见表2)非常令人满意，非常有希望。这里不存在疾病问题。在整个生长期中池水都保持良好。

现有方法与在高松市用的原始方法比较起来，其主要进步在于发现和使用了一种角毛藻，不再使用骨条藻，以及研究出了用化学方法消毒池水的技术。其消毒法是用150ppm的次氯酸钠溶液(含有10%的有效氯)，随后在12小时之后用硫代硫酸钠(45g/m³)中和。已证明角毛藻是日本对虾蚤状期和糠虾期的一种非常好的饵料，很可能也有对池水的净化作用。为了使这种硅藻在池水中保持适当浓度，以便控制水质，在蚤状和糠虾期最好饲喂混悬的配合饵料。这样看来，配合饵料几乎完全能以代替杂色蛤粉，而且无论是从价格上或是从制备难易上看都是可取的，当然为了更好的饲喂也还需要进一步的改进。

4. 工厂化①生产时期——发展前景：

配合饵料和角毛藻大量培养法的研究成功为设计虾苗的工厂化生产提供了牢固的

① 原文是 Systematic，系指用成套的设备和严密的工艺进行高度集约化的生产。译为工厂化可能比译为系统化更贴切些——译者

鹿儿岛水产研究站1974年进行大量生产的结果

表 2

池 号	容 积 (吨)	产 卵 日 期	使 用 雄 虾 数	成 活 数 目 (千 只)			收 获 大 小	成 活 率 (%)		投 饵 量 (公 斤)				
				无 节 幼 体	仔 虾	收 获		N-P	P-H					
											卤 虫	蛤 肉		
				配 合 饵 料										
				P ₁ ~P ₁₀	P ₁₀ ~P ₂₀	P ₂₁ ~H								
3	60	4/28	40	4,477	2,836	353	P29	63.3	12.4	2.88	/	5.40	8.92	17.60
6	60	4/30	40	2,948	2,384	411	P26	80.9	17.2	2.08	/	7.45	9.43	7.75
8	60	4/28	40	4,072	2,539	909	P29	62.4	35.8	3.18	/	6.45	9.89	19.15
2	60	6/15	31	4,077	2,195	495	P25	53.8	22.6	2.20	6.10	3.41	6.88	2.90
5	60	6/10	29	4,415	2,394	356	P28	54.2	14.9	4.60	9.30	3.48	5.85	5.50
10	60	6/15	31	3,834	2,736	565	P23	71.4	20.7	3.90	5.90	5.61	8.29	1.65
1	60	7/30	21	945	357	324	P28	37.8	90.8	1.65	/	0.75	4.29	6.25
2	60	7/30	20	915	399	386	P25	43.6	96.7	1.65	/	0.96	4.20	6.25
3	60	7/31	25	1,155	627	432	P27	54.3	68.9	2.00	/	1.09	4.72	6.45
7	60	7/31	26	1,943	1,468	594	P28	75.6	40.5	2.30	/	2.61	9.17	8.45
10	60	7/29	28	2,466	936	500	P28	38.0	53.4	2.80	16.80	0.47	1.32	6.10
1	110	7/25	43	5,436	2,846	1,416	P31	54.8	48.8	6.40	/	3.68	10.33	20.25
3	110	7/26	44	4,063	2,406	1,088	P30	59.2	45.2	4.60	/	2.79	8.81	17.90

注: N—无节幼体, P—仔虾, H—收获, P_n—n天的仔虾。

基础。在这一种生产方式中硅藻的生长可以用微型计算机加以监测。以往沿用的、迄今一直是随意建成并无定型的培育幼体用长方形水泥池,今后需要加以彻底地重新研究,以便使代谢废物和残饵能很快地排出育苗系统。

在高松市经历的大量生产虾苗的第一个阶段主要根据经验和直觉,而其后一些成功的发展则都是依靠“尝试和失误”法则(the rule of trial and error)。后来发展了群落育苗法,使这一工作进入了第二阶段。这一方法依靠加营养盐使对虾幼体和饵料生物都保持着适当密度。现在正在投入实际生产的下一个发展阶段是建立自动化养虾系统。在这一系统中投饵和育苗水体的理化条件都受到严密的控制。

三、池塘养虾

由于日本被辽阔浩渺的肥沃而温和的海洋所包围,这一广大海区正是由南方来的暖水团和由北方来的冷水团交汇的地方,所以日本人民养成了一种吃海产食品的嗜好。很多鱼介类都吃生的,它们的天然鲜味受到高度的赞赏。活的海产品最受重视,经常在鱼市场上卖到最高的价钱。如果不联系到日本人对食品的特殊嗜好、日本将水产品运送到市场去的状态、以及日本社会对于奢侈海产品需求的增长,那就很难理解日本的对虾养殖业之所以有价值、有意义的道理。

日本对虾是一种广泛分布于印度——西太平洋区域的温水性虾类,向北的分布界限为日本和南朝鲜。冬季捕捞业的对虾渔获量最少,但这时需求量最高,东京市场上活日本对虾的批发价高达35美元/公斤。从世界上很多地区进口的各种对虾,都是冷冻的或初步烧煮过的,供较经济的饭店消费或家庭做菜之用。这样的进口虾与完全做为最高的奢侈品用于头等饭店的活日本对虾并不发生竞争。

日本的日本对虾养殖是1902年从熊本县的天草郡起由国营企业开始的,而后很快在本地区及其他地方扩展开来。到1930年为此所用的池塘面积达到了13公顷,1969年的年总产量达到了83吨。在国营中并不指望对虾生长,完全依靠售价的季节差异获得利润。售价是在秋季放养对虾时最低,而在本年冬和次年早春收获和出售时最高。因此虾的国营和现在所说的养虾完全是两回事。现代的对虾是由藤永1963年在秋穗市和第二年在姬岛开始的。

1. 池塘建筑与清整:

图2所表示的是建于姬岛的养虾池的总体布置。池塘的水交换是借涨落潮来完成,为此每一个池塘都设有闸门。闸门的内侧装一滤网,以防御鱼进入。池底基本上是平的,水位调整到保持水深1—1.5米;池底挖有数条斜的浅沟,从池边通到闸口,以便排水。

放养虾之前,先把池水完全排干;池底反复耕耘多次,以便消灭害鱼,并使池底受到充分地曝晒以加速有机物质的氧化作用。先将池塘放上约70厘米的水,大约十天之后,硅藻群落及其所连带的小动物区系就会大量发生,这些都是虾苗的重要天然饵料;这时池塘就准备好了,可以放养虾苗了。

2. 虾苗池的意义:

在养殖实践的早期阶段,直接将虾苗(P20)放养于养成池的全部水面。但很快就发

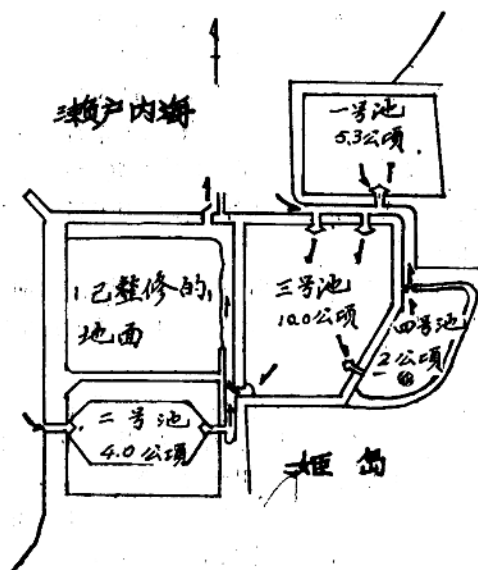


图 2 姬岛养虾池的布置

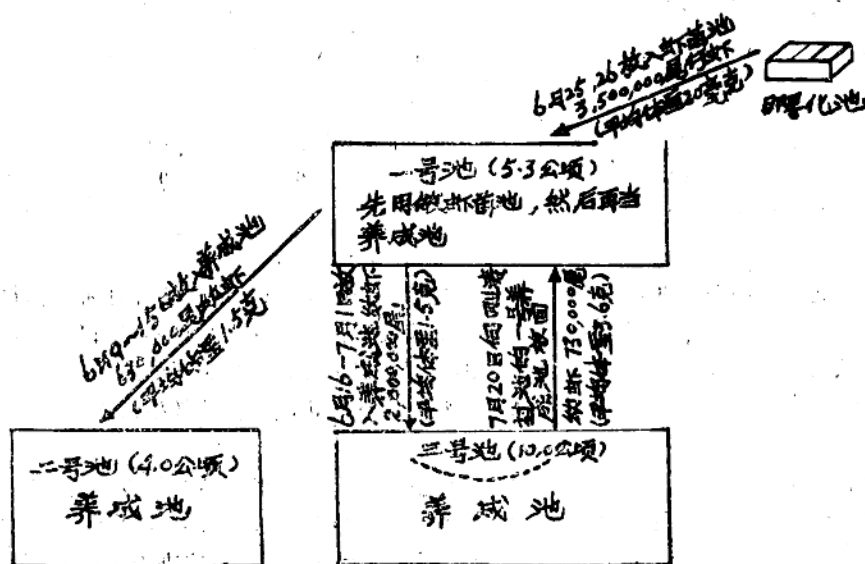


图 3 1971年在姬岛采用的从幼体孵化到达商品规格整个养虾过程的图解

觉很多种害鱼的卵子和仔鱼穿过了闸门上安装的滤网的孔眼进入了池内。这些害鱼生长很快，抢吃喂虾的饵料，而且在大致三个月之后，就能长到足以捕食对虾。由于这种竞争和捕食，很多饵料浪费了，很大比数的对虾损失了。另外，经常发生绿藻类石莼的过

量繁殖和随后的死掉分解，因此引起池水的严重污染，结果使对虾生长停顿。由此发觉到要使对虾生长得好，就必须尽量缩短池塘管理的期限。

为了克服这些困难，就把养殖管理分成了前后相继的两个阶段：虾苗培育和成虾养殖。可以用一个养虾池作为虾苗池，在这个池中养50天左右，直到虾苗平均体重达到15克左右。然后在夜间用陷网将虾苗捕起，并用重量法计数。接着就移放到已清整好的成虾池中，一直养到商品规格。完成任务之后的虾苗池也用于另一批早期稚虾的养成。在姬岛采用的整个养虾过程如图3所示。

虾苗池中的虾苗在早期喂以绞碎的蛤肉，每天2—3次，到后期减到每天喂一次。从放养到虾苗培养结束的成活率约为70%，而从移养到收获的成活率则在95%以上。

3. 成虾养殖：

经验证明杂色蛤和贻贝的鲜肉是池塘养成虾的最好的饵料。冷冻鱼或贝介类代替不了这些鲜饵料，特别是在夏季。但是，有几个问题需要考虑。用手剥时，可得蛤肉几乎只占毛重的20%，而象养虾人一般所做的那样用锤磨机榨碎时，出肉率仅达10.5—11.5%。在濠户内海1963年带壳蛤类的价格是0.02美元/公斤，但在后来的十年中价格迅速上升，到1975年达到了0.09美元/公斤。另外，最近几年来供应量已不能满足需要。

另一个问题是，长期不断地喂蛤肉，贝壳堆积池底有不良影响，这使得池底表面硬而粗糙，妨碍对虾的潜沙活动。

姬岛三个池塘(参阅图2和图3)养殖成虾的结果摘要如下：

池 号	放养只数	收 获		平均重量 (克)	饵料量 (吨)	成 活 率 (%)	饵料系数
		只 数	吨 数				
1	730,000	788,400	14.08	17.8	95.54	108	6.6
2	630,000	636,300	11.43	17.9	68.61	101	6.0
3	1050,000	997,500	14.03	14.1	137.80	95	9.8

三号池比起其他两个池塘来，在生长率、成活率、饵料系数(生产一公斤虾所用饵料的公斤数)各方面的成绩都比较差。这是因为这个池塘池泥太脏和水循环不足。饵料系数变化很大，从5.7到19.7。饵料系数取决于投饵掌握得好不好，所投饵料的质量，以及成虾池中可食天然饵料的多少。一般地说，高龄的虾把饵料转化成虾肉的效率低于幼龄的虾(图4)①。

生长期中的成活率，如果放养1.1—6.0克的大虾苗，一般可达80%以上，但是放养小的虾苗(每只0.05克)，在6个月的生长期中，一般只能得到65—70%的成活率，或者低达31%。严格地说，成活率并不单纯取决于虾苗的大小，而且还取决于养虾中管理工作的水平，包括消除敌害，保持平衡的生态系和适量优质的投饵等。

① 据茂野(1975)介绍，计算成虾池每天的投饵量时，系根据从虾的生长曲线求出的该天每只虾的平均增重；全池虾的估计数目，以及该时虾吃所喂饵料的饵料系数计算；即，投饵量为以上三个数值的乘积。——译者

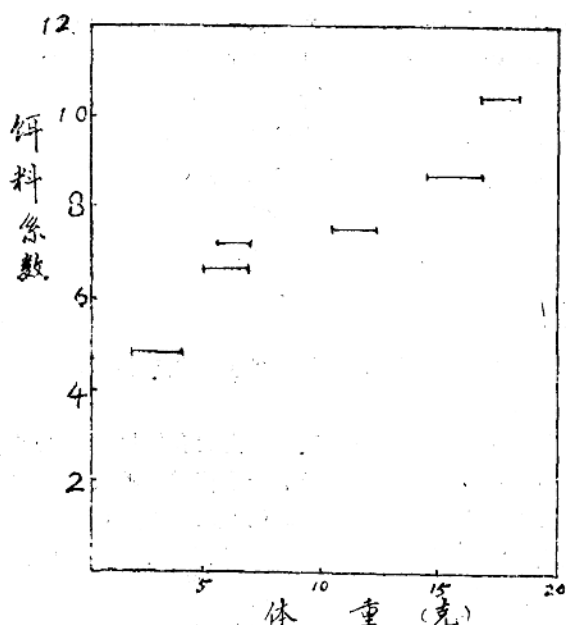


图 4 用蛤肉作饵料养殖的对虾饵料系数随体重增大而发生的变化

象在濑户内海所常见的那样的养虾池,最大放养率限于20只/ m^2 。放养率再高就会使虾的平均体重降低,达不到有利可图的商品规格——20—25克。换言之,在这种类型的池塘养殖中对虾的最大产量将限于250克/ m^2 /年。

4. 池塘管理:

(1) 防除害鱼:

很多种捕食性鱼类,例如鲷 (*Sparus major* 和 *Acanthopagrus schlegelii*)、鰕虎鱼 (*Tridentiger obscurus*)等,在4~5月份产卵,其时刚放养虾苗,这些鱼的卵子和仔鱼就大量的穿过滤网的网目进入池中。这些害鱼在虾池中长得很快,危害对虾。当从 P_2 。虾苗一直养成成虾时,害鱼的捕食通常会相当严重。通过虾苗培育措施可以将害鱼的捕食和饵料的竞争减低到极小。用鱼藤根中的鱼藤酮或茶子饼中的皂角碱处理池水可以收到很好的效果。

(2) 池水的循环:

池水的交换由于只依靠每天的涨潮和落潮,所以在夏季的小潮时水交换最小。虽然多方努力以保持最大的水循环,但仍然不能解决问题;温度升得过高以及拌随之而来的溶氧不足在无风的天气会造成虾的大量死亡。浮游植物水花在白天能生产足够的氧气以消除氨和二氧化碳。①但是一旦这一活动受到了破坏生产的氧气就不能满足需要,而溶氧

① 这句话似乎不通,因为是植物在生命活动(包括光合作用)中吸收了氨和二氧化碳,并不是光合作用生产的氧在消除氨和二氧化碳。——译者

量就会降到致死限度以下。茂野(1975)根据对秋穗市一个35000米²虾池中氧气消耗的研究,估计在夜间的12小时中对虾只消耗了总氧气消耗量 105×10^6 毫升的8.6%,氧气消耗量的分配如下:

氧气消耗者	消耗量(毫升)	百分数
日本对虾	9,072,000	8.6
其他 虾	592,200	0.5
鱼 类	7,106,400	6.7
池 底 沙	15,540,000	14.8
池 水		69.4

大得多的比数是被含有微细生物和悬浮有机物的池水消耗掉了。

(3) 底泥:

由于包括残饵、代谢废物、和死掉的生物在内的有机物质的积累和分解,池底一天天地为化学还原作用所污染,导致对虾生长的严重停滞。池底沙粒缝隙间水中的溶氧几乎完全耗尽,并可能代之以含有5~7 ppm的硫化氢,如果这些硫化氢确实被虾碰到了,那就足以引起即刻死亡。在这种情况下,日本对虾倾向于即是在白天也逗留在池底上^①,而到了晚上就在水面上游动,而且经常跳出水外。

为了缓解这一情况,特别是为了打破水的成层现象,通常用叶轮式或螺旋桨式搅水机搅动池水,效果很好。污染池底间隙水的硫化氢可以用加氧化铁的办法消除,这种氧化铁是炼铜厂的副产品,用量是1—1.8公斤/米²。

(4) 防治有害藻类:

养虾池的整个池面经常会长满繁茂的绿藻——石蓂。这些藻类的随后分解会严重地败坏水质和底泥,因而引起虾生长的停顿(图5)。经验证明造成并保持住象硅藻等单细胞藻类的水花能够有效地抑制石蓂的大量繁殖。

(5) 收获:

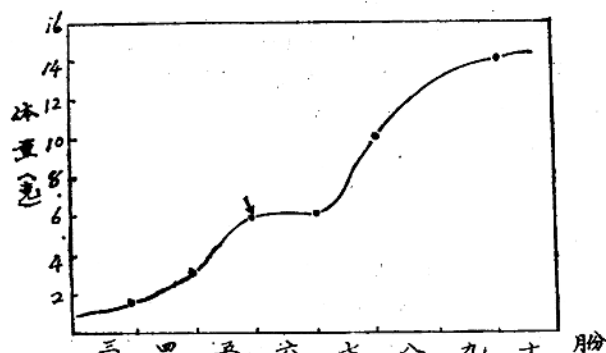


图5.1963年姬岛池养日本对虾的生长曲线,表明因石蓂大量繁殖而发生的生长暂时停顿(箭头所指处)

① 即不再象日本对虾的天然习性那样,白天潜入沙中。——译者

为了将过密的虾群加以稀疏,养在池塘中的对虾最早可以从8月中旬就开始部分的加以收获。但大规模的收获通常还是在10月份里开始,并持续到12月份。11月中旬之前,当池塘水温还比较高,对虾还能活跃游动的时候,通常在夜间用陷网收虾。等到水温降低之后,因为对虾不太活动了,陷网就无效了。这时就在白天捕虾,使用联结在铁框上的曳网,上面安装着一个电击器,或者装有喷水嘴,用以把对虾从池底的沙子中赶出来。

(6) 产品的处理:

从池塘中收获的对虾立即移养到冷却槽中。槽中水温逐渐降低,至少经过8小时,降到使对虾不活跃了,但步足和游泳足还能活动。^①然后把对虾按大小分类,去掉虾体上过多的水分,称重,用晒干并冷冻过的锯末装在纸盒中。

(7) 运输和分配:

运输对虾,到远的市场用飞机,到近的市场用火车或汽车。这些虾先由收购单位收购,然后拍卖给经纪人,饭店和零售商从经纪人那里买来再卖给消费者。这样从生产者到消费者中间至少要经过三次转手,每转手一次就要收费5%以上。

东京渔市场1974年总共收购了447.8吨活日本对虾,其中229.6吨(51.3%)来自池塘养殖,157.6吨(35.2%)来自本国捕捞业,60.3吨(13.5%)来自国外。本国海洋捕捞业提供的虾一般集中在5月到9月这一期间,其余季节则由其他来源供应。

(8) 生产成本:

茂野(1975)估计每公斤活日本对虾的基本成本,不包括折旧,是2,828日元,其中42%用于饵料,18%付工资,17%付交售费用。

(9) 售价:

市场上活日本对虾的价格取决于虾的规格,同时每天和不同的季节都有波动。1974年东京中心鱼市场批发价的月平均值3月—5月一般较高,最高达5,400日元/公斤,9月—11月较低,徘徊于3,300~3,700日元/公斤附近。

(10) 存在问题和前景展望:

1963年建的第一所养虾场激发了很多企业都开始养虾,在其后的十年中建了很多养虾场。到1974年在日本的天草、濑户内海等地区差不多有50个企业参入了养虾事业,养虾的总池塘面积达245公顷,生产了差不多600吨活日本对虾。

但是随着养虾业的迅速发展,也暴露了很多问题。年产量限于每个劳动力约2吨(约合800万日元),每平方米池塘面积250克(约合100日元)。这些价值比起国内其他事业来是相当低的。用杂色蛤和贻贝喂虾太贵了,近几年来供应也开始紧张。另外,也预见到将来会有更严重的限制。

为了对付这一局面,已在集中力量研究一种适宜的配合饵料,以及一种新的养殖方法,在这一方法中环境条件受到有效的控制。这种配合饵料已为很多养虾场所采用,需求量迅速增长。预计1976年会销售约600吨。急需需要对日本对虾的营养要求作进一步的研究,以改进配合饵料,特别是提高夏季的饵料效率。

为了提高虾的生产力,鹿儿岛水产研究站研究出了一种集约养殖法(茂野,1975)。其

^① 根据茂野(1975)这时的水温为12~14℃。——译者

基本原理是保持池水清洁和池底不缺氧,结合着使用配合饵料。初步实验所得到的结果非常令人满意和令人鼓舞。如果能保证非常有较的配合饵料和较高的水温,预计即是一年生产两批,每批的产量也可能达到2.1—2.6公斤/米²。

四、海洋放流

大量生产虾苗的成功使人们注意到进行海洋放流以补充和提高有关地区对虾的捕获量。在最近十年中,投入了相当多的科研力量;在中央政府和县政府经费的支持下,研究适当的放流方法,以使孵化场培育的虾苗成活率能保持住一个应有的较高水平。已研究出了数种方法,这些方法的效果和缺陷下面将加以概要讨论。基本上有两种作法:一种是有放流前的预备培育,一种没有这种培育。

任何一种目的在于控制生物生产的技术,都必须与所养具体种类的生理、生态特性相适应。因此,下面将介绍的方法原来都是针对日本对虾的。把这些方法运用到任何其他种类都须要加以一定的变通。

1. 适于放流的虾苗:

放流虾苗的适宜程度因虾苗的规格和发育期而不同。日本对虾是一个典型的潜沙种类,一旦转向底栖生活之后,这种虾就倾向于潜到底质中,变为基本上是定居的,活动范围很小;这不包括随着生长逐渐向外海移动这一习性。这种潜沙定居习性对于识别孵化场向海中放流的虾非常有用。孵化场培养的稚虾当平均体长达到10毫米左右时才开始获得这种习性,而海中的天然群体获得这种习性的规格是7—9毫米。

如果虾苗很小就放流,虾苗就会分散得或活动得离放流地点太远,以至于甚至在放流的第二天就很难加以追踪。另一方面,如果虾苗在孵化池中养得时间太久,又会有很多个体步足和游泳足由于在水泥池壁上磨擦或相互磨擦而磨损。此后就会因而生病或失掉运动和潜沙的能力。此外,运输时每一个体要占较大的容积,而且容易死亡。

特定龄组的虾苗栖息场所很有局限性。例如,在体长7—9毫米刚转入底栖生活之后,其栖息场所在潮间带紧靠海岸处。在生活史中的其他时期栖息场所较广。这一情况使得很难控制虾的生活环境,除非化费很高的代价。

2. 放流:

(1) 放流地点的选择:

从理论上讲,放流最适宜的地点正是发现天然虾苗(虾的补充群体)最多的地方。从前已经提到过,日本对虾早期底栖幼虾最密集的地方一搬是在平均小潮低潮线(MLWNT)和平均海平面(MSL)之间的沙滩上;这些地方在低潮时能退出来,留下很浅的潮坑,而在高潮时最多只有几米深的水。

孵化场的虾苗运到放流地点后,一般就在低潮时撒这些潮坑中,这些潮坑有时用保护网围起来,也有时不围。如果是撒在保护网内或人工泻湖内,只要将保护网拿掉或把池堤打平就能把虾苗放走。

(2) 初期的死亡:

孵化场的虾苗在放养时几乎总是要发生一定的较严重的初期死亡。这种死亡在天然