

文章编号: 0529-6579 (2000) S-0041-05

白虾繁殖育种在产业技术上的发展^{*}

钟孟原¹, 黄荣富¹, 张明毅²

(1. 八八六水产生物科技股份有限公司, 台湾; 2. 宜兰技术学院)

摘 要: 自 1998 年以来, 在没有预期的状况之下, 于台湾猛然刮起一股美国夏威夷白对虾 (*L. vannamei*) 的养殖热潮, 放养成功度极高, 有记录之最高产量高达 $14 \sim 15 \text{ t/hm}^2$, 为低糜已久的台湾养殖虾业带来了无限的希望. 然而自 1999 年初以来, 白虾大虾养殖业者疾病问题四起, 大规模养殖成功者屈指可数. 接着, 大陆沿海各省亦陆续有此白对虾虾苗之引进, 而从海南、湛江等地的情况看来, 不明来源的白对虾虾苗亦陆续暴发类似台湾之疫情. 自 1999 年 6 月以来, 发现在台湾春季放养的白虾苗暴发疫情的比率的确很高, 但却不至于全军覆没, 发病现象属于亚急性可复原型, 发病一段时间后, 许多都能回趋稳定、有所收成而不致于血本无归, 甚至于有所收益. 面对此一现象, 许多养殖业者又燃起一些希望, 对白虾有了不同的看法, 并重新调整养殖密度及养殖方法. 相对的, 对健康虾苗的需求量又再次升高, 然而白虾苗的生产育苗有别于其他虾种, 如草虾 (*P. monodon*) 及日本斑节对虾 (*P. japonicus*), 因此针对白虾在美国及台湾发展的历程, 及白虾于产业上的繁殖育种特性以及技术略作分析探讨.

关键词: 美国夏威夷白对虾 (*L. vannamei*); 繁殖育种; 发展历程

中图分类号: S968.22 **文献标识码:** A

自 1998 年以来, 在没有预期的状况之下, 于台湾猛然刮起一股美国夏威夷白对虾 (*L. vannamei*) 的养殖热潮, 放养成功度极高, 有记录之最高产量高达 $14 \sim 15 \text{ t/hm}^2$, 为低糜已久的台湾养殖虾业带来了无限的希望. 然而自 1999 年初以来, 白虾大虾养殖业者疾病问题四起, 大规模养殖成功者屈指可数. 接着, 大陆沿海各省亦陆续有此白对虾虾苗之引进, 而从海南、湛江等地的情况看来, 不明来源的白对虾虾苗亦陆续暴发类似台湾之疫情.

而自 1999 年 6 月以来, 却发现台湾春季放养的白虾苗暴发疫情的比率的确很高, 但却不至于全军覆没, 发病现象属于亚急性可复原型, 发病一段时间后, 许多都能回趋稳定, 有所收成而不致于血本无归, 甚至于有所收益. 依本研究分布于宜兰、台南、台东、高雄及屏東地区 16 个养殖场之有效追踪记录, 放养面积共 23.6 hm^2 , 放养虾苗总量为 110 万 hm^2 , 放养密度介于 $35 \sim 62 \text{ 尾/m}^2$. 除高雄及屏東共 3 个场之 8 口池 5.2 hm^2 养殖面积分别于放养 19、23 及 31 d 因发病严重而弃养以外, 其余各场均于 72~93 d 收成. 而其中于

^{*} 收稿日期: 1999-09-15

宜兰及台南共有 2 场, 合计 4 池, 共 1.6 hm^2 之放养池从未发病而平均收成量为 $7\,800 \text{ kg/hm}^2$ 以外, 其余 11 场, 共 16.8 hm^2 的养殖面积, 于放苗后 15~52 d 的期间内陆续有病变发生, 但并未弃养, 经各场分别送检之报告显示, 病变原因主要为白斑病病毒 (WSSV) 及桃拉病毒 (TSV), 而各收成池之最终产量经统一换算, 其值介于 $630 \sim 3\,520 \text{ kg/hm}^2$ 。

面对此现象, 许多养殖业者又燃起一些希望, 对白虾有了不同的看法, 并重新调整养殖密度及养殖方法。相对的, 对健康虾苗的需求量又再次高, 然而白虾苗的生产育苗有别于其他虾种, 如草虾 (*P. monodon*) 及日本斑节对虾 (*P. japonicus*)。因此本文针对白虾在美国及台湾发展的历程, 及白虾于产业上的繁殖育种特性以及技术略作分析探讨。

1 白虾于美国的发展历程

早在 1970 年以前, 美国一群研究人员已开始积极找寻更适合人工高密度养殖的虾类。他们发现, 在墨西哥到秘鲁之间的太平洋沿岸海域特有的原生种白虾 (*L. vannamei*), 具有成长速度快、环境适应力强及抗病力佳的特性, 极适合发展高密度的人工养殖模式。而后经研究发现, 墨西哥境内的墨西哥海湾, 狭长而半封闭, 海湾内之野生种白虾族群长久以来与其他地区之族群少有交叉混配, 疾病问题不明显, 所以研究人员深入墨西哥湾之海域采集优选的野生原种进行人工选育的工作。

而虾类人工养殖系统中的 3 大主体即水体、养殖池体及虾苗, 其中最不容易掌控的部份就是虾苗。大环境中的水体、养殖池体以及外来入侵生物虽然都是疾病的感染源, 但只要正确的防疫处理程序, 都较容易控制去除疾病的威胁。然而早期虾苗的主要来源为野生采集或捕捞野生种虾产卵育苗, 虾苗品质无法确定, 只能靠经验判断, 一旦虾苗带病原则是任谁也不易将之去除。带病原的虾苗犹如一群不定时的炸弹, 随时有疾病暴发的可能。事实上, 直到目前为止, 草虾、斑节虾仍然必须依赖野生天然种虾来育苗, 而人工培育之种虾无论产卵的质与量方面, 目前均未能达到产业利用的价值。因此, 自 1985 年起, 以夏威夷水产试验所 (OI) 为主导, 研究发展健康的白虾种虾人工培育技术, 即目前所熟知的 SPF (specific pathogen free) 以及 SPR (specific pathogen resistant) 白虾品系, 以克服产业上虾苗质量不稳定的问题。

2 白虾于台湾的发展历程

1985 年由农委会引入, 但时值草虾养殖之全盛时期, 因此并无进一步推广饲养。1995 年因草虾难养, 由民间业者再次进口于台湾南部少量饲养, 存活率约在 $60\% \sim 70\%$, 1996, 1997 年养殖存活率渐次降低至 $20\% \sim 30\%$, 直到 1998 年因气候状况稳定加上养殖技术进步, 存活率回升至 $60\% \sim 80\%$, 且普遍生长快速于 2 个月即达 $10 \sim 15 \text{ g/尾}$, 故掀起白虾养殖热潮, 苗价高达 $0.75 \sim 1.0$ 新台币/尾, 于 1999 年初业者大量进口夏威夷 SPF 种虾, 造成种虾严重缺货, 加上此种 SPF 种虾价格高昂, 因此许多业者自中南美洲引入较便宜的野生种虾, 甚至利用较便宜无筛选检疫的本地塢虾从事虾苗繁殖育苗。1999 年 3 月开始暴发严重桃拉及白斑病毒性感染传播, 造成养殖业者极大损失, 虾苗价格狂跌; 6 月发现病兆为亚急性可回复性, 健康的 SPF 白虾虾苗养殖存活率仍有 $10\% \sim 30\%$, 虾苗交易量及价格开始有所回升。

综观白虾在台湾的整体发展历程, 本报告认为在那么短的时间内白虾养殖由盛而衰的

原因, 首推种虾的不当引进及养殖系统的不当操作。目前于大陆沿海各地所燃起的白虾养殖热潮, 台湾的养殖经验值得参考。

3 SPF/SPR 白虾种虾的生产流程

产业上运用人工特别优选的生物族群作为育程改良的亲代, 再进一步从育成的子代中分选出高品质、或高产量、或成长速度快、或抗病力佳的种苗, 而后次去芜存菁, 代代繁衍改进的生物选育技术, 早已广泛运用在许多农林渔牧的基础生产事业上。而将此技术运用在虾类的养殖上, 则大约只有 15 年的光景。夏威夷 OI 系统开发的 SPF/SPR 白虾种虾则充分利用此种概念, 实际种虾生产场之操作流程如下:

(1) 首先, 由从未有过污染及重要虾病发生记录的地区, 或曾发生过, 但经长期追踪检验, 证实已无重大疾病影响之地区, 选取健康之幼虾, 送至初级防疫隔离区。而虾子于此初级防疫隔离区必须观察至少 90 d。于此期间, 所有虾子于第 1 天、第 45 天及第 90 天须活体采集样本作追踪检验, 检验项目包括病毒性疾病的白斑病毒 (WSV)、黄头病毒 (YHV)、桃拉病毒 (TSV)、传染性皮下及造血组织坏死性病毒 (IHHNV)、对虾杆状病毒 (BPV)、肝胰腺性类小病毒 (HPV), 以及一些细菌性的、寄生性的疾病。唯有全程通过检验而不带病毒性疾病的虾子得以留下, 一旦发现阳性反应的虾子则立即予以销毁。

(2) 通过初级防疫隔离区检验的虾子则移至独立隔绝的二级防疫隔离区培养。此二级防疫隔离区通常位于远离养殖区而没有虾病流行过的地区。以夏威夷 Kauai 岛为例, 便仅有一家专业种虾场存在。而所有合格的虾子便于此培养, 直到成为种虾。于此阶段, 仍定期每个月进行一次检验, 通常须 9 个月到 1 年才得以成为种虾。

(3) 养成确定为无病毒之健康种虾后, 便于此二级防疫隔离系统内交配产卵育苗, 生产出的 PL 虾苗经再次取样检验证实为 SPF 之虾苗, 便移到专为大量培养 SPF 的种虾池或种虾场育成。

(4) SPF 种虾培育场与二级防疫隔离场可以是独立分开或同在一区, 最重要的是最好远离并不受天然渔获捕捞或人工养殖活动影响的地区。其设计及操作的唯一理论即防止并隔绝病毒的侵入。因此场区四周完全封闭的高墙相当显目, 至于外来访客则一律谢绝参观, 非经授权之工作人员亦不得进入。场内车辆进出必须经一定的洗轮消毒程序, 并限于一定的作业区内。当然场内的人员、养殖必须用到的饵料、器材、用水也必须受一定的安全程序规范。

(5) 在 SPF 种虾培育的过程中, 定期的取样追踪筛检是必须的, 但于此阶段并不是每一种种虾都予以检验, 而是每一池取一定的活体样本作检测。当种虾于每一季达到出售阶段时, 会再作最后一次的取样检验并请较具公信力的学者专家或单位开具检疫文件。

(6) 对于一个新成立的种虾场, 上述所有阶段的养成是必须的。至于一个已有规模的种虾场, 在完成第一次的引种阶段以外, 其后续的整体运作均可在 SPF 种虾培育场与二级防疫隔离场内的繁殖室之间完成, 除非为了基因选育的原因, 必须引入外来新的族群, 再次通过层层筛检程序把关, 才能进入整体生产行列。

在此系统下生产出的 SPF/SPR 种虾, 有别于一般养殖池所收获的大虾, 而其价值则在于提供高品质无特定疾病的健康虾苗。严格说来, 整体程序不难, 难在执行培育的漫长过程中不得有任何疏忽, 导致病毒侵入感染, 否则前功尽弃, 再者完整防疫系统的架构费

用所费不菲,但是整体业界若能建立此种SPF之正确概念,夏威夷、台湾和大陆一样有能力建立完整而高品质的系统。

4 基因选育之进阶

大自然中的白虾其实只是虾中一族,并无特别之处。可贵之处在于可以产业化、人工化的有效育成种虾,所以可以藉由层层筛检选育出SPF无特定病源之种虾。这对饱受病毒性疾病如白斑病或桃拉病肆虐的养虾业,当然起了一些作用,但作用是大是小却仍须其他因子的配合。因为无病毒的SPF虾苗不等于不会得病,只不过是有了一个好的开始。但若大环境无法有效杜绝病源、养殖群体的观念无法体认改善,SPF虾苗充其量只可能代表比一般虾苗发病死亡的时间较慢而已,那又有什么用?所以要有效发挥SPF的作用,还必须所有养殖因子的同时配合改善。但从另一方面思考,大环境的改善究竟不是件容易的事,而SPF的虾苗起码没有输在起跑点上,养殖成功的机会也就比较大。

再者,生物个体的歧异度(diversity)原是让种族生命在大自然险恶的环境中延续传承的最佳策略,因为优胜劣败,适者生存、不适者淘汰。所以在原有SPF无特定病毒的基础上,找出抗病力较佳的族群,让其繁衍下一代,再从中选育出抗病力更佳的子代培育成种虾,如此代代选育,使抗病力不断提升,经过几年来的选育开发,目前已有针对桃拉病毒(TSV)抗病力较佳的白虾及蓝虾(*L. stylirostris*)种虾品系生产供应,即SPF或SPF-R的种虾及虾苗。而在其他性状特征的表现上,一如前面提到的世代选育方式,有的虾子产卵量高及产速快,有的则生长的特别快,因此我们可以分别加以选育培养出高产卵量的种虾品系及生长速度快的种虾品系。而繁养殖业者们便得以依个人需求及目标采购不同的品系,产量高的种虾可以大幅降低育苗成本;而长的快的虾苗不但节省时间及成本,更可避开因养殖时间太长而产生的病变风险。

至于是否有既是SPR、而又产卵量高、且育出的虾苗长的又快的种虾品系,理论上是可行,只要交叉选育即可,但技术操作系统繁复,恐怕要国家研究机构配合进行,方能克尽其功。目前商业性种虾场,并无此一超级品系的标榜。相信假以时日,必可量产此一超级品系供应整个产业界。

5 育苗技术之发展

有了高品质的种虾,还要能生产出质量并具的虾苗才算圆满。白虾育苗系统中最大的不同在于种虾的交配产卵方式。种虾随日照变化,每日由公虾对卵粒成熟之母虾进行追尾交配的动作,交配成功的母虾于交配后2~4 h便可产出受精卵,产后粘附于母虾身上的精英脱落,于下一次成熟时,须再次追尾交配受精产卵;而未能交配成功的母虾于卵粒成熟的状态下,亦会产下无受精的卵子。由于人工育成的母虾体型小,多数介于45~60 g之间,产卵量不高,介于7~35万粒之间,所以须要有足量的有效受精母虾,才能产出符合产业操作上的幼体数量。同时,由于母虾并无类似草虾及日本斑节对虾一般的贮精囊,公虾之精英仅以粘着方式粘附于母虾身上,极易脱落,人工授精无法有效发挥产值。因此,整个白虾育苗技术上最关键的部分则是如何提高交配成功率。

夏威夷OI的育苗系统以全人工环境系统为师,从水质处理、饵料调配、防疫隔离到人工室内光照系统,无一不在人为控制范围内,而其交配率稳定为总操作族群量的3%~

12%，每尾母虾产卵量为 7~13 万颗，有效孵化率为 75%~94%。

而目前台湾于光照系统上则以自然日照为主，而交配系统上则分为自然追尾交配及人工选别法。所谓人工选别法即于交配时段，以人为方式筛选成熟的母虾或公虾到交配池追尾交配。至于那一种方式最好，目前尚无定论。但一般而言，这 2 种方式的有效交配率已较夏威夷的全人工系统高。本报告以自然追尾法为主，其有效交配率为总族群量的 18%~30%，以体型为 45~65g 母虾为例，每尾母虾的有效产卵数可达 15~35 万颗，平均孵化率达 91%以上。因此，已具有相当的产业水准。

至于幼体育成 PL₆~PL₈ 的技术过程，与其他虾类如草虾及日本斑节对虾之育苗程序并无太大不同。

6 白虾未来的发展

白虾的养殖从亲虾、育苗、养成、再育为亲虾，已可于人工控制环境中有效完成。于系统中辅以各类型病原疫病的检验筛选，可以充分提供可靠的亲虾及苗种来源，有效解决目前野生亲虾日益减少及带病原品质不良等问题。有了高品质的虾苗来源，外在养殖系统若能渐次改善防疫观念，白虾在亚洲养殖的未来有无限宽广的空间。