对虾池塘养殖业现状及其可持续发展

THE CURRENT STATUS OF SHRIMP POND-CULTURE AND ITS SUSTAINABLE DEVELOPMENT

阎希柱　　李德尚　　董双林

(青岛海洋大学水产学院,266003)

从发展角度而言,我国的对虾养殖业在经历1982~1992年的快速发展阶段和1993~1994年的急剧衰退阶段之后,近年来一直处于恢复性发展阶段的过程。本文试图将我国近年来对虾养殖业对虾池塘养殖最近的变化、现状和对虾池塘综合养殖现状作一总结,并探讨今后对虾养殖业的可持续发展方向。

1　对虾养殖的主要模式

1.1　我国对虾养殖业养殖模式的4个阶段

按集约化程度而言,我国对虾养殖业养殖模式的演变,经历了以下4个阶段:

1.1.1　粗放式养殖阶段(1979~1984年)

养殖池规格2~10 ha,一般3 ha,不投饵,不施肥,不除敌害,完全靠天然饵料或仅投喂饵料以少量新鲜小杂鱼虾、低值贝类为主,平均产量450~750 kg/ha,在这一阶段,养殖生态环境良好,很少有病害发生。

1.1.2　精养、半精养阶段(1985~1992年)

收稿日期:2000-02-14;修回日期:2000-04-18

这是养殖规模发展最快的阶段,养殖池规格 1 ~ 5 ha, 由于养殖面积迅速增长, 人工配合饲料占主导地位, 许多地方养虾池过于密集, 养殖产量超过当地环境容量,自然生态环境失衡,虾病发生日趋频繁,对虾产量在 2 250 ~ 3 000 kg/ ha, 局部地区可达 3 750 ~ 4 500 kg/ ha。

1.1.3 1993 ~ 1994 年

由于受暴发性虾病影响,养虾业处于无序动荡状态, 从减少风险角度出发, 大部分地区又返回粗放式养殖阶段, 广种薄收, 以保本为目的, 对虾产量在 25 ~ 50 kg/ ha,养殖成功率在 20 % ~ 30 %。

1.1.4 1995 年以后

病害防治示范区作用起明显效果,健康养殖观念逐步为广大养殖者接受,养虾亩产量和养殖成功率逐年上升。就目前养殖方式来看,适宜进行精养、半精养模式的虾池规格大多在 0.5 ~ 10 ha 左右,且必须具备良好的增氧设施。

2 对虾养殖的主要模式

2.1 封闭方式

从在整个养殖期内是否再进水划分, 可以分为以下几种方式:

2.1.1 完全封闭式 养殖早期一次性进满海水后, 即严密封闭水闸, 在整个养殖期内不再进水和排水,直到养殖结束。据王克行等 1995 年的报道,由于其封闭性, 导致养殖后期的盐度偏高, 不利于对虾的生长, 张鸿雁[2]认为并且对混养的缢蛏等贝类尤其不利,甚至造成死亡。本养殖方式的养殖周期较短。

2.1.2 封闭循环用水方式 养殖早期一次性进满海水后, 必要时, 添加少量水, 但这不是直接来自海区的水, 而是靠引进鱼、贝、藻养殖池池塘间和(或) 蓄水池(这些池中的水也是一次性来自海区) 循环进行。一般维持在 80 d 左右,需配一定的人工调节措施,否则,水质易富营养化,较难进行第二茬对虾养殖。

2.1.3 半封闭式 养殖早期一次性进满海水后, 必要时, 添加少量水, 但这不是直接来自海区的水,而是靠引进淡水(井、水库或河流)、鱼、贝、藻养殖池(这些养殖池的水可以直接来自海区)、砂滤井的水源。多数虾类对盐度适应范围比较广,如果有洁净淡水源,只要是逐步过渡,一般不会构成刺激因子,只是当淡水进入虾塘后, 需及时与原塘水搅和, 不要形成水分隔的状态。封闭式养殖进水前应检测,虾塘及排水渠道的除淤消毒也很必要,否则来自养虾系统本身的病毒隐患将是危害不浅的。

2.2 地膜养虾

泰国在底质污染较严重的虾池内, 铺上厚的塑料薄膜,薄膜接缝处都用封口机封牢,使之不漏水,并与底质隔离。在薄膜内养虾称为地膜养虾。养虾前,经冲刷之后,进水施肥,使薄膜长上附着性藻类,控制合适的透明度。在泰国有使用本方法的,还配上水车式增氧机,集中在池中间的污物用泵吸出池外。清理打扫后,又可进行第二茬养虾。我国有虾农在进行早苗塑料暖棚暂养时, 有在池底敷设地膜的, 目的为了防止高 pH,也有因为来不及清理池底的。

2.3 单养方式和混养方式

按照对虾是否与其他水生生物混养分为单养方式和混养方式:

2.3.1 单养方式 虾池中仅养殖对虾。

2.3.2 混养方式 混养有利于控制虾池内有机物的积累过程和富营养化,是改善和控制养殖环境的一项措施。适当减少对虾放养量,相应增加其他混养品种,组成一个新的生态环境。在这生态环境中,由于对虾和混养品种间的互补作用,可以比较容易地维持虾塘内水质的稳定, 从而可以延长虾池的贮水时间。如果适当配合一些增氧设施或采取其他一些措施, 可以在不进外来水的情况下完成养殖任务, 减轻了暴发病毒病的风险。必须注意混养品种的苗种来源,应从无病毒病史的海区进苗,因为病区的贝、蟹、鱼苗种难免会携带病毒。严格说来,混养不慎,会引来病原媒介,这点应有所警惕。如果肯定混养品种对于感染对虾的杆状病毒并不敏感,则是最可取的。

3 近年来我国对虾养殖模式方面的变化

3.1 养殖方式和养殖品种趋向多样化

在对虾养殖密集区和不具备精养条件的养殖区, 除部分虾池继续进行对虾单养外, 大部分可使海区的养殖负荷得以减轻,而且利用不同养殖生物在摄食习性和活动能力方面的差异,促进虾池有机物的循环,达到了改善养殖环境的目的。在对虾品种方面,在原来单纯养殖中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 的基础上利用各地的温度条件和不同虾种抗病力的差异,开发了斑节对虾 (*P. monodon*)、日本对虾 (*P. japonicus*)、南美白对虾 (*P. setiferus*)、刀额新对虾 (*Metapenaeus*

ensis)等多个品种。

3.2 进水方式趋向科学、合理

1993年以前对虾养殖一般均采用养殖前期少量添加水,中、后期大排大灌的进水方式。近年来,通过一系列的探索、实践,各地总结出了一套符合各地实际情况的进水方式,如配备蓄水池、冬季蓄水;养殖期间用水经沉淀、消毒处理;利用盐场卤水和深井水调配海水养虾;养殖区引入淡水等多种方式。在换水量方面,由原来的每天30%,改进为根据对虾摄食生长和池塘水质情况,适时适量换水,一般每3~4 d换水3%~5%。

3.3 投喂饲料讲究优质、高效、适时、适量

通过1995年以来防治虾病的实践,虾农对于饲料在健康养殖中的作用有了进一步的认识,总结出了诸如前期肥水繁殖基础生物饵料、中期适量投喂优质全价配合饲料、后期投喂足量优质鲜活饲料等切实可行的投喂方法。

3.4 养殖条件日趋完善

1993年以前,由于可通过大换水方式带走虾池中的有机负荷,供应足量的新鲜海水,对于增氧机、水泵之类的养殖机械要求不甚严格。随着养殖方式的改变、换水量的减少,虾农在选择养殖方式时,都把养殖机械配套作为必要条件加以考虑。

3.5 收虾方式因地制宜灵活多样

在1993年以前,我国养殖对虾的收获方式基本以对虾体长12 cm为商品虾规格,一次起捕、分级冷冻销售,许多销往日本、美国等国家,小规格对虾出口价格无竞争优势,而且近年来随着国内消费能力的提高,消费习惯的改变,导致活虾、冰鲜虾直接上市已成为对虾销售的主要方式,由此也改变了养殖方式单一的局面,如福建、广东地区的利用陷院网捕大留小,上海、江苏和山东等地的多茬、多品种养殖。此外,由于上市对虾的规格不再以体长12 cm作为唯一标准,使大部分养虾池的单茬养殖周期由原来的100~130 d缩短到60~80 d,从而有可能利用养殖季节和养殖品种的调整避开对虾发病高峰期,也便于通过换茬养殖间隔对养殖池进行晒池,对虾发病率下降。

4 对虾养殖业的可持续发展

4.1 我国的对虾养殖业必须走可持续发展的道路

传统的对虾养殖业多为单品种、高密度、高投饵率和高换水率的养殖方式,大量残余饲料和代谢物质沉积污染了池塘和浅海的水质,养殖污染远大于环境(生态系统)的净化能力。1996年冯海清等报道,处于养虾密集的渤海规模化养殖后的浅滩,其化学耗氧量(COD)值增至近海的200余倍,浅滩的活性磷高达近海的900倍;同一浅滩测定站点的COD活性磷、三态氮分别是养虾前的3.7,7.8,2.4倍。说明养虾区周围环境的物质循环处于严重失衡状态。若按年饲料效率为15%~20%,饲料系数为2计,我国产200 000 t对虾,则有320 000~340 000 t排泄物注入大海[1]。整个渤海湾沿岸58 499 ha虾池每年仅7~10月份就要与渤海交换105×10^8 m^3水。随着对虾养殖强度的增加,化学药物(清塘、防病、饲料添加剂等)用量大幅度增加,若按Pillay于1992年报道的欧洲养鱼场化学药物用量的一半计,则有140×10^4 t化学药物排入大海。养殖密度过大,池水恶化,迫使注排水加频;污染的池水排入近海,污染的海水又重新注入虾池中污染虾池水,如此循环,加速了近海水域的富营养化,赤潮频繁发生。郑国兴等于1994年5~9月对上海奉贤对虾养殖区外海水源、蓄水池和养虾池水体中弧菌数量测定结果表明:整个养殖期间,仅7,9两个月外海水源和蓄水池水体中作为主要对虾致病菌的弧菌数量稍低于虾池,其余几个月两者已无明显差异。连续交换的污染海水成了污染源和病害传播的媒介。

因此,可以说是由于只注重经济效益,忽视生态效益和社会效益,导致了虾池和浅海污染,虾病暴发,产量急剧下降。造成此状况的直接原因是暴发型流行性虾病,其传播途径是通过海水水流水平传播,但深层次的原因在于养殖环境恶化、致病病原大量繁殖、养殖对虾抗病力下降,也就是说养殖技术和养殖方式不够合理。

随着对虾养殖强度和区域养殖密度的逐步恢复性增加,化学药物(清塘、防病、饲料添加剂等)、饵料和肥料用量也会大幅度增加,废水的排放量也会相应地增加,以福建省为例,1998年对虾养殖排出养虾废水高达$372\ 648\times10^4$ t,其中含COD 5 589 t,氮658 t,磷307 t,如此多的废水养殖期间集中排放近海水域,势必造成海水的污染加剧,导致部分海区富营养化,引起赤潮,反过来会严重危害对虾养殖业,例如杜琦1999年报道:1998年、1999年广东和渤海大面积的赤潮,造成水产养殖等行业巨大损失;1997~1999年厦门西海域和同安湾发生赤潮。如果不按可持续发展的

观念去发展养虾，环境将持续污染，不但会使对虾产业无法继续增长，很可能还会产生新的病原，对虾养殖业会重蹈20世纪90年代初的大衰败的覆辙。

据王克行1995年报道，只有保持海洋生态环境良性平衡，在制定发展规划选择养殖模式以及实际操作中应遵循因地制宜，尽量避免对养殖环境的无效负荷，减轻和延缓养殖自身污染进程的原则，发展规模必须以不破坏周边环境为前提才能使对虾养殖业健康、稳定和持续地发展。

4.2 对虾池塘生态养殖现状

据项福亭等1994年报道，虽然早在60年代我国就开始了虾、贝混养，当时对虾养殖业处于起步阶段，生态养殖尚未被人们所认识，直到1990年后，随着近海富营养化和病害的猖獗，尤其是对虾养殖业进入低谷，在积极开展药物防治虾病的同时，对对虾的养殖过程和养殖生态环境的结构优化组合成为迫切的需求，养虾界的科技工作者才从生态学的角度来看待生态养殖，王金山等1994年、王克行等1995年分别提出了半封闭、封闭式生态养殖，并获得了对虾成活率达40%~80%，900~975 kg/ha的初步成绩，使生态养殖从经验性逐步进入科学轨道。迄今对虾至少已与20种生物进行了池塘混养试验，其中鱼类有：尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）、鲻鱼（*Mugil cephalus* L.）、梭（*M. soiuy*）、遮目鱼（*Chanos chanos*）和真鲷（*Pagrosomus major*）等；贝类有：缢蛏（*Sinonovacula constricta*）、毛蚶（*Scapharca subcrenata*）、魁蚶（*S. broughtonii*）、菲律宾蛤仔（*Ruditapes philippinarum*）、牡蛎（*Crassostrea* sp.）和海湾扇贝（*Argopecten irradians*）等；藻类有：江蓠（*Gracilaria tenuistipitata*）和石莼（*Ulva lactuca*）等。

但国内海水池塘生态养殖基本沿用淡水养殖的原理和管理方法。为数不多的研究尚未突破淡水生态养殖的理论和方法。两种池塘生态系中生物类群、理化条件和生物差异极大，因此海水池塘生态养殖的研究还需要从基础理论工作做起，如群落构成、与养殖生物的关系和研究方法及研究指标等。传统的池塘混养结构优化时习惯于把视点放在一个池塘上，主要是通过合理分配池塘的空间和食物资源达到提高经济效益的目的。由于要兼顾各种养殖生物的生活和生长需要，混养池塘中势必也要创造一定程度的富营养化以获得较高的产量。通过单个池塘的混养来同时获得高产和大幅度降低废水中的氮、磷等是困难的，更何况这些研究多为生产养殖池塘试验，尚欠严密和规范性，以定性描述为多，而不是运用实验生态学方法，缺乏从理论上阐明对虾与生态养殖种类之间的生态关系和最佳数量之比，因而可重复性不强，效果不稳定，所得到的结果不能较准确地用于池塘管理，因而难以大面积推广。

目前国外处理养殖废水的试验中都是使用功能相对独立的处理单元进行组合，如：M. Shpigel等1993年研究结果表明，利用单独的贝、藻池来联合处理海水鱼池排出的富营养废水等，取得了较好的效果。这给对虾养殖业的启迪是：在优化海水池塘养殖结构时多个池塘的系统优化和单独池塘的个别优化应摆到同等重要的地位上，即在研究个别池塘的最佳养殖结构的同时，还要兼顾各个池塘间的协调性，使许多功能上独立但彼此间互补的池塘（子系统）组合成一个完整的"混养系统"。这种经过双重优化的养殖系统既可受到混养的益处，又可降低竞争的互害还可有效再利用废水和降低污染，效果可能要比单独优化个别池塘显著。

4.3 对虾池塘可持续发展研究方向

纵观沈国英等1992年、李文权1992年、张岩等1993年，于子山1994年，张志南1995年和1998年，季如宝、张志南1994年，孙修涛等[3]，杨红生[4]，阎喜武等[5]，田相利等[6]，刘国才等[7]，卢敬让等[8]，张鸿雁等[2]，齐振雄等[9]，董双林[10]，WANG, j.q. 1998年[15]，Tian, x.l. 等1998年的报道，可以看出，我国自20世纪90年代以来开始重视虾池生态系的研究并开始其定量化研究，迄今已经取得了一批成果。在"七五"、"八五"的研究基础上，"九五"期间国家加大了对海洋水产研究的投资力度。目前正在实施的相关研究项目有：国家攀登计划B"海水增养殖生物优良种质和抗病力的基础研究"、国家自然科学基金重点项目"对虾池综合养殖生态系优化结构的研究"和国家"九五"攻关专题"滩涂池塘养殖容量与优化技术"的部分内容，"九五"国家科技攻关项目"水产育种与规模化养殖技术、动植物重大病虫害防治技术研究、新型饲料及产业化技术研究与开发和海岸带资源环境利用关键技术研究"、"丰收计划"、"科技兴海"计划等。这些研究进展顺利，获得一批阶段成果，在"九五"末有望在研究水平上和技术成熟程度上产生重大突破。

池塘是一个人为控制的小水域生态系统。深化对虾池塘生态养殖理论的研究方向就是系统地开展对

虾池塘的生态系统研究。在这个生态系统内养殖的鱼虾贝和它们生活的水域环境有着密切的联系。通过不断的物质循环和能量流动而提供鱼虾贝产品。池塘又是一个经济系统，投入一定的资金和技术加上劳动从而取得经济效益。由能量生态学的角度看，池塘鱼虾贝产量的高低主要取决能量转化效率。在池塘进行养殖要求以较低的投入获得较高的产出，而其基本措施则是优化养殖系统的结构，以较短食物链、合理的投喂和水质管理来维持放养鱼虾贝较高的密度，以期获得最高的鱼虾贝产量。

人们最初进行对虾生态养殖只是为了增加一个产品，以减小虾病的危险，并没有自觉地从生态平衡和投入的物质和能量生态利用的角度的深度来考虑。由生态系统生态学的角度，崔玉荇于1994年提出对池塘生态系统的结构和功能进行深入系统的探讨，研究生态系统各个分室(功能群)之间的物流、能流效率，查出物质循环不畅和能量利用不良的环节及其原因，找出促进物质循环和提高能流效率的措施，就可以为生态养殖的结构优化和物质、能量合理的利用提出科学的建议，为对虾养殖业的可持续发展提供理论依据。

所应指出的是，国内外学者如 Odum H.T. 于1971年、蒋有绪于1987年早有论述：能量生态学为生态系统分析的中心，因此，对虾池生态系统从能量生态学角度进行研究也就是对该系统的结构与功能进行分析的核心内容。国内外对对虾生态养殖的研究刚起步不久，例如：周洪琪于1990年，张硕于1998年[11,12]对对虾的能量收支，王芳在1997年[13]和杨红生在1998年对海湾扇贝、缢蛏，雷思佳于1997年对台湾红罗非鱼等的生物能量学的研究已有所报道。翟雪梅1998年[14]的研究结果认为建立虾池生态系统动力学模型是虾池生态系统动力学研究的重要手段及主要内容。但迄今对虾池生态系统的模型分析尚少有报道。在进行对虾池塘可持续发展研究中，应以高密度养殖水域规模化健康养殖为目的，进行养殖潜力评估和养殖结构、养殖布局优化研究，鱼虾贝藻轮养、混养高效养殖技术研究；开展池塘天然饵料培育繁殖技术研究，通过改善池塘营养水平及营养结构，营建健康的生物养殖环境；不断进行养殖新品种的开发及其养殖技术研究，建立池塘高效持续养殖模式。从生态养殖的角度出发，进行池塘生态综合养殖技术研究，以实现池塘养殖的可持续发展。研究对虾养殖对环境污染的评价技术，建立对虾养殖对环境污染的定量评价标准，摸清对虾养殖对养殖水域环境质量的影响程度，通过开展对虾规模化养殖水域生产力水平及结构的研究，掌握其变化趋势，为海水养殖环境优化及调控提供科学依据，以保证对虾池塘养殖的可持续发展。在研究中应发展和提高池塘中、高产养殖结构的优化技术，池塘水质调控技术，精养模式，养殖废水处理技术与循环用水技术，生态综合病害控制技术。通过池塘高效养殖模式初步建立，池塘养殖产量得到较大增加；池塘高效养殖模式应进一步完善，由高风险的产业转为相对稳定的产业，使池塘养殖同时具有较好的经济效益、生态效益和社会效益。

主要参考文献

1 杨从海。中国水产，1998，6:40~43
2 张鸿雁。青岛海洋大学学报，1998，**28**(2):211~216
3 孙修涛等。海洋水产研究，1997，**18**(1):21~27
4 杨红生、李德尚、徐 宁。1997。水产学报，**21**(2):152~157
5 阎喜武。水产学报，1997，**21**(3):288~295
6 田相利等。应用生态学报，1997。**8**(6):626~632
7 刘国才、李德尚、徐怀恕等。应用环境生态学报，1997，**3**(4):340~345
8 卢敬让等。水产学报，1997，**21**(2):158~164
9 齐振雄等。水产学报，1998，**22**(2):124~128
10 董双林。青岛海洋大学学报，1998，**28**(2):253~257
11 张 硕、董双林、王 芳。青岛海洋大学学报，1998a，**28**(2):223~227
12 张 硕、董双林、王 芳。青岛海洋大学学报，1998b，**28**(2):228~232
13 王 芳。海洋科学，1998，**29**(2):1~3
14 翟雪梅、张志南。青岛海洋大学学报，1998，**28**(2):275~277
15 WANG j.q. *et al*.. *Aquaculture*, 1998, 163, 11-27

(本文编辑：刘珊珊)