

于恩洪 主编

科学养

虾

气象出版社

科学养虾

于恩洪 主编

198T.LS

95-97

A21-3

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书是作者在自己 1980 年以来,从事人工养虾实践和科学技术研究的基础上总结和编写的。

全书分为五章。第一、二章分别介绍水温、溶解氧对养虾的影响;第三章介绍气象要素变化对养虾环境条件的影响;第四章介绍如何调整养虾期和养殖模式;第五章介绍水文要素的观测与预报。

本书适用于从事养虾的专业人员和农业、渔业及相关行业的科研人员、有关大专院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

科学养虾/于恩洪主编. —北京:气象出版社, 1995. 8

ISBN 7-5029-1904-X

I. 科… II. 于… III. 海水养殖; 虾类养殖 IV. S968. 22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 14593 号

科学养虾

于恩洪 秦 庚 孟宪钺 等编著

陈 彬 安福春 李洪光

责任编辑:王桂梅 终审:周诗健

封面设计:严晨 责任技编:席大光 责任校对:赵红

* * *

气象出版社 出版

(北京海淀区白石桥路 46 号 邮政编码 100081)

北京昌平环球印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:787×1092 1/32 印张:4.5 字数:101 千字

1995 年 10 月第一版 1995 年 10 月第一次印刷

印数:1—4500 定价:5.50 元

ISBN 7-5029-1904-X/S · 0265

前 言

自 80 年代初开始大面积人工养虾以来,取得了很大的成绩,但在 1992~1993 年却出现了大面积的虾病,使养虾业受到了很大的损失。为了预防虾病的出现,我们根据多年的养虾实践经验,分析了养虾环境的变化和虾病出现的时间,提出了利用太阳能、风能的三早养虾模式和混养套养模式,这样就能从时间上避开和从技术上避免虾病的出现。影响养虾环境条件的主要因素是水温和溶解氧,对此要严加控制,并进行观测和预报。只有根据自然条件的变化,重新安排养虾期和养虾模式,随时掌握虾池的水温、溶解氧的变化,并采取相应的生产措施,进行科学养虾,才能取得养虾生产的成功。

科学养虾是一个极为复杂的问题,作者依据自己多年养虾的实践,在书中作了可能的分析,由于水平所限,不足或错误之处,请批评指正,以便丰富科学养虾的内容。

参加本书编著的还有王彦芬、李国勋、沈和利、张旭东等;方维模先生对本书初稿进行了审阅,在此一并致谢。

1995 年 8 月

目 录

前言

绪言 (1)

§ 1 人工养虾业的兴起 (1)

§ 2 人工养虾的环境条件及其变化 (2)

§ 3 加强人工养虾环境条件的综合研究 (4)

§ 4 水温、溶解氧是水质条件的基本因素 (5)

§ 5 科学与生产和气象与水产的结合 (6)

第一章 水温 (8)

§ 1 人工养虾池水温及其变化 (8)

§ 2 人工养虾池水温与海温、气温、河温的对比
..... (13)

§ 3 水温与对虾的生长 (20)

§ 4 人工养虾各个时期的水温及气候条件 (25)

§ 5 人工养殖对虾的有关温度指标 (44)

第二章 溶解氧 (45)

§ 1 人工养虾池水中的溶解氧 (45)

§ 2 溶解氧与对虾生长 (53)

§ 3 人工养殖的对虾缺氧浮头的调查与观测 (56)

第三章 气象要素变化对养虾环境条件的影响 (61)

§ 1 气象要素变化对水温的影响 (62)

§ 2 温度突变对虾病的影响 (68)

§ 3 天气过程变化对养虾池水温的影响 (70)

§ 4 气象要素变化对池水溶解氧的影响 (73)

§ 5 气象要素在人工养虾中的应用.....	(87)
第四章 调整养虾期和养殖模式	(94)
§ 1 人工养虾环境条件的污染.....	(94)
§ 2 调整养虾期和养殖模式	(100)
第五章 水文要素的观测、预报及生物测量	(118)
§ 1 水文要素及生物测量	(119)
§ 2 水文要素预报	(121)
§ 3 水文要素预报的注意事项	(135)
参考文献	

绪 言

§ 1 人工养虾业的兴起

随着人民生活水平的提高,对水产品的需求量越来越大。尽管现在海产品捕捞量比 60 年代增长幅度较大,但仍然不能满足市场的需要。虽然近十几年来,采取了一些人为的措施,向海中投放一定量的体长在 3cm 左右的虾苗,但海洋资源不但没有得到平衡或增长,反而继续下降,对虾捕捞量也逐年下降。所以,在 70 年代末和 80 年代初,从世界性的以海洋捕捞为主转入了以海洋捕捞与人工养殖并重的时期。同时从开发海岸带资源来看,也是发展海水养殖业的重要途径之一,如鱼、虾、贝类等,其中经济价值最高的是虾类养殖。在虾类养殖中,中国对虾(即东方对虾)个体较大,壳薄,可食比例高,味道鲜美,向来为人们所喜爱,是上等酒席必备的佳肴,因而畅销世界。

渤海是中国对虾生长发育的故乡。这里海岸线较长,滩涂面积广大,提水方便;它又是内海,有着与辽河、海河和黄河等各大河口相连接的辽东湾、渤海湾和莱州湾的浅海海域。在海湾的浅海中,饵料丰富,特别是在暖季,浮游生物比其他中国海域都丰富,再加上气候适宜,养殖条件十分优越。我国养殖对虾有着悠久的历史,至今已有 200 年了。过去人们是进行港养,靠自然涨潮纳入天然苗种,这样也只能进行鱼、虾混养,当时不仅养殖水面很小,而且产量也不高。进入 80 年代,我国由

于对虾工厂化育苗有了重大突破,开始了大范围的人工养虾。1979年秋季,天津与港商共建天津滨海养虾场,这是我国北方工厂化养虾的开始。由于具备人工养虾的社会需求、自然条件及技术条件,再加上养虾的经济效益显著,人工养虾业发展非常迅速,目前在沿海各省市渔业生产中,已占有相当重要的位置。

§ 2 人工养虾的环境条件及其变化

1. 养虾的环境条件

人工养虾是人为地模拟对虾在大海中生长、繁殖的自然条件,并将对虾和海水一起移到陆地人工挖好的池中喂养,以及将海中(陆地虾池中)的亲虾(雌虾)捕上来放到人工育苗室内喂养,并人为地控制其水温、水质和投入相应的饵料,使其越冬、产卵、孵化并将幼苗发育成 0.7cm 以上的虾苗,然后再放到池塘中喂养。因此,对虾是经过从海洋中的“野生”到人工池塘中喂养的“家生”的急剧变化,对虾生长发育的环境条件有了很大的改变。

人工养虾池一般建在海边或通海河道的滩涂上,其中许多虾池是由原来盐田改建的。虾池面积的大小不等,对于精养虾池,小者有十几亩^①到几十亩,大者有几百亩,而一些粗放虾池则更大。这种露天养虾场,养殖的密度和投放的饵料可以控制;对池水的更新,由于提取海水的能力有限,一般的日换水率在 10%~20%或以下,最多也不超过 30%。

① 1 亩=666.6m² 全文同。

中国对虾的生活海域是辽阔的,北从辽东湾,南到黄海中、南部的广大海区,南北相距近 10 个纬距,水环境条件在南北方向变化是很大的,尤其是冬季的水温差别最大。在一年四季里,对虾生活于广大海洋中,它可以自寻环境条件适宜的海域生长发育。海水水体大,其温度等环境条件受气候影响较小,变化也慢,对虾长期处于这种自然条件下生长,已经适应了这种环境条件。在人工养虾条件下,虾池水面是有限的,与海水面积相比很小,池水环境条件在同一时间里不同区域的差别是很小的,但随着季节的变化,其差异又是很大的。这样对虾就不能自寻适宜的水域生长发育。同时这种季节性变化大的环境条件,对对虾的生长不利。虽然在出现不利因素时,可人为地加以控制,但目前仍然达不到像海水那样的适宜条件。因此人工养殖的对虾与海虾相比,个体仍然是较小的。不仅如此,而且在发生较大天气变化时,如春秋季节因大风和冷空气活动,引起的低温冷害或盛夏季节因风小、温度高引起的对虾浮头,都会使全年的生产毁于一旦。人工养殖场的环境条件受气候条件变化影响极大,这对对虾的生长也是不利的。因此,自然的海虾环境条件与人工养殖对虾的环境条件相比,显然前者比后者优越。海虾病害较少,生长速度快,个体大。由此,也可以看出,如改善养殖对虾的环境条件,其增产潜力很大。

2. 养虾环境条件的变化

1992~1993 年,在我国沿海地区发生了大面积的死虾,联想到前几年在我国台湾和东南亚地区也曾出现过类似的死虾事件,使我们回首沉思:同样的海域、同样的虾池、同样的人力、物力和技术条件,养着同一种对虾,为什么前十几年就

能获得那么大的成绩,而近几年却一再出现大面积的虾病,究竟是什么原因给我们的养虾生产带来了这么大的灾难。

海洋资源是很丰富的,仅以海水本身的条件就生长着无数的动物和植物,供人们开发利用。将海水提到陆地的池中养殖对虾,在初期,条件是比较优越的,当时整个沿海人工养殖面积较少,换水量小,虾池是新开发的,池底无大的污染,海水水质较好,养殖密度较适宜,养虾环境条件有利于对虾的生长。正是在这种优越的条件下,才使我们前十多年的养虾生产取得了较好的经济效益与社会效益。仅从黄渤海沿岸养虾生产的发展来看,人工养虾面积几乎从零发展到上百万亩,亩产从零星喂养的几公斤上升到几百公斤。但是这种优越的环境条件并不是永远不变的,随着养虾面积的扩大和换水量的增多,池底的老化和残饵等有机物质的增多,同时由于将大量含有有机物质的池水,向海洋中排放,海水被污染了,而我们从海中提上来使用,养虾的环境条件就变得不如原来了,不仅使对虾生长变慢,而且出现了各种虾病。虾病病菌既存在于海水里,也存在于空气中,而且,虾病传播很快,发生病害的面积也越来越大。残酷的事实,使我们去重新认识自然环境,综合研究人工养虾环境条件及其变化,以便改进和适应变化了的自然环境。

§ 3 加强人工养虾环境条件的综合研究

过去往往偏重于从生物学的观点来研究对虾与水温、溶解氧的适应与不适应和死亡的条件。对虾是在自然环境条件下生长的,它受天气的影响很大。将对虾适应、不适应和死亡的生物学条件与天气变化结合起来综合研究则较少。从实际

生产过程来看,只有将二者结合起来,进行综合性的研究,并得出在不同天气条件下,对对虾的生长有利、不利或死亡的指标,才能使生产单位更好地利用有利的自然条件并预防不利的自然条件,以便减轻灾害,发展人工养虾生产。因此,对养虾环境条件的研究,已引起了气象和水产科技工作者足够的重视,并将生物学与天气学结合起来进行试验和研究。

人工养虾环境条件是由池水本身的物理、化学、生物特性变化决定的,而这些特性条件的变化,又直接受池底底质、海水和空气变化的影响。把人工养虾环境条件作为一个专题来研究,认真地掌握其中的规律,尤其联合各学科进行综合性研究,还是一个新课题。特别是由于养虾业是一个新兴的产业,其中许多问题还处于开拓和探索阶段,这就更加重了这项研究的特殊性。

§ 4 水温、溶解氧是水质条件的基本因素

对虾是生活在水中的,如同人类生活在空气中一样。水体是对虾生活的环境,而这个环境的好与坏,直接决定着对虾生长发育的好与坏。养殖对虾环境中水质的好与坏是由水温、溶解氧和含盐度、氨氮、硫化氢、酸碱度、等多种因子决定的。从理论分析和生产实践来看,在人工养虾池水温适宜、溶解氧丰富时,则池水会保持从海中提取时的酸碱度、盐度,即便有变化也不大,不会影响对虾的正常生长。特别是在溶解氧含量高时,能抑制硫化氢、氨氮等有毒物质的产生(在水中溶解氧含量高时,水中氨氮易解离为 NH_4^+ ,硫化氢也易形成 HS^-)^[1]。所以,在水中溶解氧高的时候,有助于降低池中有毒物质的产生。因为溶解氧含量高时,pH值升高,则有利于虾消化过程

的进行;当 pH 值降低时,高的溶解氧含量又能阻止氨氮、亚硝酸氮等有毒物质的产生^[2]。因此,水温和溶解氧是对虾生长的两个最重要而又基本的环境条件。在生产过程中,只要控制好水温和溶解氧这两个环境条件,人工养虾的水质条件就有了保证。所以它是我们研究的主要内容。

§ 5 科学与生产和气象与水产的结合

对于人工养虾环境条件与气象关系的研究,就气象科技工作者来说,天气变化是可知的,但天气变化与人工养虾环境条件的关系,是未知的;而水产工作者,虽然知道对虾生长发育的各种条件,但这些条件如何与天气条件的变化联系起来,则心中无数。为了更好地解决人工养虾生产中的问题,在 80 年代初,我们采取了气象与水产相结合的办法,从调查研究入手,弄清生产上的具体要求,特别是与人工养虾最有关的环境条件;对照历史上气象、水文和对虾生物学测量等资料,进行综合统计分析,得出人工养虾与气候的技术指标;与生产部门开展专题观测和试验,修改和补充最初提出的技术指标;参照天气预报,在实际生产过程中使用这些技术指标。正是在这种思想的指导下,气象与水产科技工作者结合在一起,组成一个技术小组,共同分析资料,共同开展各项观测和试验。由于养虾场有关技术人员亲自参与了各项专题试验研究和资料的分析工作,使他们心中有数,于是他们敢于使用各种技术指标去指导生产。如将收虾期从 9 月中下旬推迟到 10 月上中旬,使对虾的产量有了明显的提高。同时由于滨海虾场最早采用了这一技术,他们的经验影响了其它养虾场,从而使这一技术得到全面推广。在 80 年代末,由于人工养虾环境条件发生了很

大的变化,尤其是人工越冬亲虾出苗较早和 90 年代初虾病增多,于是我们又研究如何提前放养,争取在盛夏季节到来时,对虾已长到商品虾的规格,如出现虾病,就可以及时抢收,减少损失;如水质好可以继续喂养,其产量和产值将会更高。从 1990 年起,我们就进行了有关早放苗生产的初步试验,不仅取得了一定的生产效益,而且取得了许多试验资料,为大面积防治虾病的养殖模式增加了基础数据。

第一章 水温

对虾是变温动物,其体温是随着环境温度,即水温的变化而变化。水温不仅直接影响对虾体内正常新陈代谢的进行,而且还能影响水质及其他有关要素的变化。在对虾生长发育的过程中,水温及其变化始终是最重要的制约因素之一。春季对虾何时放苗要依照温度变化情况而定,放苗早了会因低温造成幼虾死亡或生长缓慢,放苗晚了缩短了对虾的有限生长期;夏季水温过高也会影响对虾的生长发育;在秋季收虾早了会影响对虾的生长时间,收晚了又可能因低温冷害使对虾死亡,即使不死,生长也缓慢,将造成一定的经济损失。对虾在幼苗期、成虾期的最大耐低温限度和最适宜于对虾生长发育的温度,一直是水产养殖中最关心的问题。因此,适宜的水温以及对虾的可耐低温也就成了我们研究对虾的水质状态及其变化的主要内容之一。

§ 1 人工养虾池水温及其变化

人工养虾池与海洋相比,水体是很小的,由此而引起虾池水温在时间和空间以及在垂直方向的分布变化也是很复杂的,不仅因太阳辐射能的影响而有着日变化和季节变化,而且因养虾池水较浅、面积较小、又位于陆地一侧,受天气状况(气温、风、云)的影响较大,其变化比海水更剧烈,观测稍有不同,所得结果就可能不一样。这里仅以我们在1981~1990年所观测的资料,来分析人工养虾池水温的日、季水平和垂直分布特

点,并与海温、河温、气温进行对比分析,得出对虾最适宜生长和不适宜生长的温度条件。

1. 人工养虾池水表温及其变化

(1) 春季池水表温的日变化

①人工养虾池水表温的水平分布:观测地点在天津汉沽区蔡家堡乡的虾池中;观测时间在1989年9月8日;观测的池水面积为27000m²,池水深度为2.5m左右;观测时,养虾池照常换水。

将虾池均匀分成7个点,进行水平温度观测,观测结果见表1-1。在07时40分观测时,7个点的最高与最低温度相差0.2℃;在14时35分观测时,7个点的最高与最低温度相差0.8℃。可见在一个40多亩的虾池中,温度水平分布是有差别的,这种差别是由于气象条件不同所造成的,它对对虾的生长也是有一定影响的。

表 1-1 虾池水表温(℃)的水平分布

观测点 时 间	1	2	3	4	5	6	7	平均	温差
07时40分	24.0	24.0	23.8	23.9	23.9	23.8	24.0	23.9	0.2
14时35分	25.3	25.6	25.1	24.9	24.9	24.8	25.2	25.1	0.8

②人工养虾池水表温的日变化:观测地点在天津市海洋渔业公司海兴虾场;观测时间在1990年4月8~18日;观测的池水面积为2000m²,池水深度为80cm,观测期内未换水。观测结果见表1-2。表层水温的日变化比较明显,如在对虾活动最多的25cm左右水层,水温日最低值出现在日出前6时左右,为10.6℃;日最高值出现在午后4时前后,为15.4℃,最高与最低相差4.8℃。显然,这样大的温差对对虾的生长是有很影响的。同时从表1-2中还可以看出,08时水温比日

最低水温高 0.5°C ，而 14 时水温比日最高水温低 0.6°C 。因此在春季用 08 时的水温代替日最低水温、用 14 时水温代替日最高水温，都要相应的加上各自不同的订正值，否则这种代替是有误差的，尤其是在考虑人工养虾池水温日较差时，其误差在 1°C 以上。

表 1-2 25cm 深水层定时水温($^{\circ}\text{C}$)平均值

时间	05	06	07	08	12	14	15	16	17	20
水温	10.8	10.6	10.7	11.1	13.2	14.8	15.3	15.4	15.2	13.4

(2) 夏秋季池水表温的日变化

观测地点：塘沽区青坨子虾场；观测时间：1984 年 7 月 13 日～10 月 4 日；观测的水池面积为 3500m^2 ，池水深度平均在 2.5m 左右，观测时照常换水，观测结果见表 1-3。

表 1-3 夏秋季池水垂直各层平均温度($^{\circ}\text{C}$)及温差

深度(m)	夏 季(时)				日 差	秋 季(时)				日 差
	06	10	14	17		06	10	14	17	
0.0	27.8	28.5	30.7	30.9	3.1	17.2	18.3	18.6	18.2	1.4
0.6	27.9	28.0	29.2	29.9	2.0	17.0	18.0	18.3	18.0	1.3
1.0	27.6	27.8	28.5	29.4	1.8	17.3	18.1	18.4	18.2	1.1
2.0	27.6	27.7	28.3	28.7	1.1	17.1	17.8	18.1	17.9	1.0
温差(0-2)	0.2	0.8	2.4	2.2	2.0	0.1	0.5	0.5	0.3	0.4

显然，表层日最高水温的出现时间是随季节的变化而变化，如春季较早，出现在 15 时 30 分，为 19.7°C ；夏季最晚，出现在 17 时，为 30.9°C ；秋季最早，出现在 14 时，为 18.6°C 。

(3) 人工养虾池水表温的季节变化

① 各季池水表温日较差的变化：在对虾生长的季节里，虾池表温日较差在各个季节是不同的，春季最大，为 7.9°C ，夏季次之，为 3.1°C ，秋季最小，为 1.4°C 。

② 各月池水表温的变化：在 1981～1984 年，我们曾先后在渤海湾沿岸的滨海及青坨子虾场，随着生产的正常进行，从

虾的放养到收获期的春、夏、秋三个季节,对每日 08、14 时的池水表温进行连续长时间的观测。观测的平均情况见表 1-4,在春季的 4 月池温已上升到 11.6℃,5 月上升到 18.7℃;夏秋季最高平均水温出现在 7 月,为 26.9℃;秋季的 10 月份,池温下降到 15.0℃。

表 1-4 对虾生长季节各月池水的平均温度(℃)

月 份	4	5	6	7	8	9	10
池水温	11.6	18.7	22.8	26.9	26.2	22.3	15.0

2. 人工养虾池垂直水温分布

春季观测地点在海兴虾场,观测的池水面积为 $3 \times 4\text{m}^2$,池水深度为 60cm,观测期内未换水,观测结果见表 1-5;夏秋季观测地点同表 1-3 的观测地点。

表 1-5 春季池水垂直各层的平均温度(℃)

观测时间 深度	06	08	10	12	14	16	18	日较差
5(cm)	11.8	12.0	14.6	18.1	18.7	19.7	18.2	7.9
15(cm)	11.9	12.2	14.1	17.4	18.4	19.6	18.1	7.7
25(cm)	11.7	11.9	12.7	14.3	15.1	15.8	16.4	4.7
40(cm)	11.5	12.0	12.4	12.7	13.1	13.5	14.2	2.7
温差(5-40)	0.3	0.0	2.2	5.4	5.6	6.2	4.0	5.2

(1) 人工养虾池垂直各层水温及其变化

各层的最高水温相比,表层最高;表层到底层的水温差,在一日中,差值最小出现在早晨,差值最大出现在午后;在垂直方向上,每一层的最高水温出现时间,随着水深而向后推迟。春季,在 $\leq 15\text{cm}$ 的水层中,日最高水温,都出现在 15 时 30 分,在 25~40cm 的水层中,日最高水温出现在 17 时 30 分,上下层相差两个小时;在夏秋季,因观测时间间隔长和垂直间隔大,水温随深度变化的细微差异没有观测出来。