

鄱阳湖典型蚌类养殖区理化环境参数研究 ——以都昌水域为例

李艳红, 钟家有, 郭春晶

(江西省水利科学研究院, 南昌 330029)

摘要:2008年至2011年在丰水期和枯水期对鄱阳湖区都昌县蚌类养殖水体进行调查,探究理化环境参数的变化特征,运用SPSS 16.0进行环境因子与营养盐的相关性分析。结果表明,水温、pH和DO随季节性变化明显,丰水期和枯水期平均水温为29.4℃和8.6℃,pH为7.43和7.22,DO均值为7.11 mg/L和10.84 mg/L,符合国家渔业水质标准;环境因子的年际变化趋势不一,水温升高趋势明显,DO经历缓慢下降的过程,pH有升高的趋势;环境因子之间相关性不明显,营养盐与环境因子相关性中,TP与水温极显著负相关,相关系数最大($r = -0.7102$)。

关键词:环境参数;蚌类养殖区;鄱阳湖

中图分类号:Q176 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2014)02-0009-05

水体是水生动物赖以生存的环境,水生动物的摄食、生长、繁殖以及胚胎发育等无不受水体环境因子的影响(刘岩,2012)。在自然水域中,不同环境因子随时间或空间的变化规律不尽相同,并呈明显的季节性和周期性波动。淡水蚌类斧足发达、运动缓慢、生活环境相对固定,对环境变化的耐受能力较弱,是淡水水生生物种群中分布最广泛、最容易受到威胁的类群之一(熊六凤,2011);因此,蚌类对环境有很强的依赖性,其与环境有着密切的联系。近年来,有关水质对水产养殖影响的研究(Sachidanandamurth & Yajurvedi, 2006; Bendell et al, 2010)较多,而蚌类养殖水体的研究相对较少;Rudolph等(2009)对智利的海水养殖区底泥进行了生态毒理学评价;胡家文等(2006)对养殖水体富营养化进行研究,并提出了相应的防治措施;胡春华等(2010)曾对鄱阳湖主要水产养殖区域进行调查,认为该养殖水体处于低度生态风险状态。

鄱阳湖是我国第一大淡水湖,承接赣江、修水、饶河、抚河、信江五大河流来水,自然条件优越,渔业资源丰富,是江西省主要的水产养殖区域(黄晓平和龚雁,2007;鲁钟,2008)。20世纪末,鄱阳湖地区开始引进淡水珍珠养殖技术,目前已形成规模较大的淡水珍珠养殖产业,其中以九江都昌县最盛。由

于水质状况直接关系到蚌类养殖业的发展,笔者于2008-2011年对鄱阳湖典型蚌类养殖区进行水环境监测,分析主要环境因子随水位波动(枯水期和丰水期)的变化情况,并探讨环境因子之间的关系,揭示蚌类养殖区理化参数变化的基本规律。

1 材料与方法

1.1 研究区域与采样点分布

都昌县位于鄱阳湖北岸,内湖水面107万 hm^2 ,主要发展珍珠贝养殖产业,都昌县周溪乡被誉为中国“淡水珍珠之乡”。都昌县有超过2 000 hm^2 、约16万 m^3 水体养殖蚌类,年产量超过500 t,为江西省蚌类主要产地。珍珠贝主要采用集中网挂的养殖方式,饵料以经过加工的鹌鹑粪便为主。

根据环鄱阳湖珠贝养殖情况,选取都昌县周溪乡珍珠贝养殖水域为代表,采样点运用界面控制理论与普通采样方法的结合,确定3个研究地点,具体采样点分布见图1。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集 从2008年到2011年,于每年的1月(枯水期)和7月(丰水期)晴天时在10:00至13:00各进行1次现场调查以及系统样品的采集。第一次采样时记录下样点GPS点位,之后每次通过原位GPS回访方式进行样品采集。在每个样点现场记录pH、水温、溶解氧(DO)等,并从水体的中垂线上距水面10~15 cm深处采集水样500 mL。水样采集后现场用国产GTY1-SDILM的0.45 μm Millipore滤膜进行过滤,并加浓硫酸酸化,将pH值调至2以下,密封保存,24 h内进行水化学分析。

收稿日期:2013-09-18

通讯作者:钟家有,1966年生,男,教授级高级工程师,博士,主要从事水生态与水环境研究。E-mail:jiayou@jxsl.gov.cn

作者简介:李艳红,1984年生,女,工程师,硕士,主要从事水资源和水环境研究。E-mail:liyanhong012@126.com

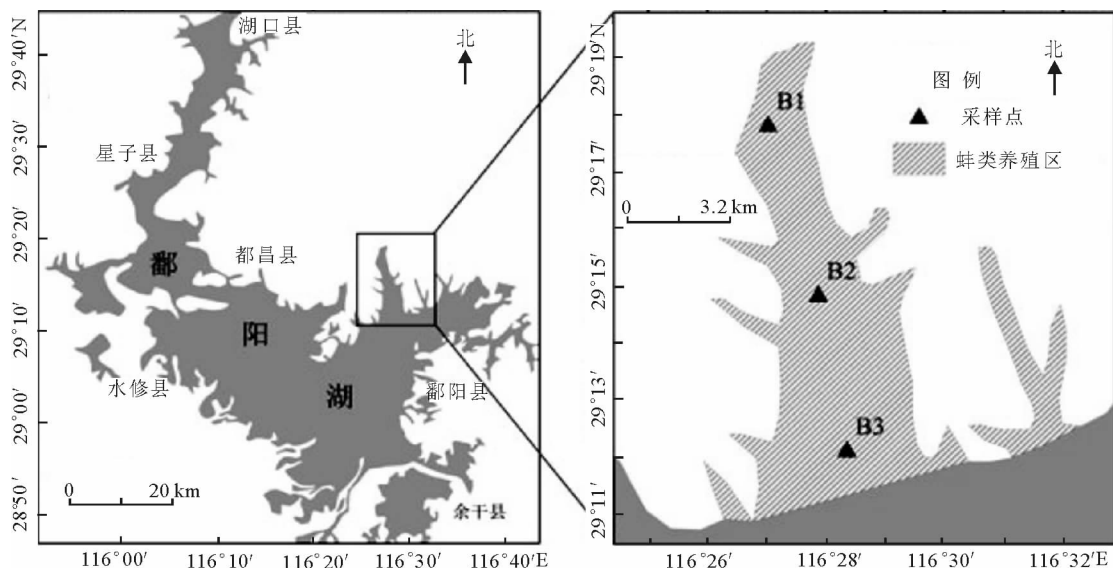


图1 采样点分布

Fig.1 Location of sampling sites

1.2.2 样品分析 pH、水温、溶解氧等参数在现场用 DR 2800-01B(美国)HACH 便携式现场分析仪进行测定。 NO_3^- -N、 NH_4^+ -N、TP、TN 分别使用紫外分光光度法(GB/T346-2007)、纳氏试剂比色法(GB/T7479-1987)、钼酸铵分光光度法(GB/T11893-1989)、碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(GB 11894-1989)测定。

1.2.3 数据处理 原始数据经 Excel 2003 初步整理后,做出环境因子变化图,并用 SPSS 16.0 进行环境单因子方差分析和相关性检验。根据《渔业水质标准》(GB 11607-89)评价鄱阳湖区蚌类养殖水体主要环境指标状况。

2 结果与分析

2.1 环境因子的年际变化

环境因子 pH、DO、水温在丰水期和枯水期时的年际变化见图 2。从图 2 可以看出,3 种环境因子年际变化趋势各有不同。从 pH 值年际变化图来看,枯水期的 pH 值处上升的趋势,由 2008 年的 6.92 上升至 2011 年 7.56,而丰水期的 pH 值在 2009 年有一个突变,大小为 8.27,其他年份的 pH 值都较稳定,维持在 7.00 ~ 7.25。从 DO 的枯水期年际变化图可以看出,2008 - 2011 年逐年降低。

2.2 环境因子的季节性变化

对研究水域的丰、枯水期蚌类养殖水体的测定结果采用单因素方差法。结果显示, F 值为 8.3590,远大于 $F_{\text{crit}} = 2.2390$ (置信度为 0.95),表明水温、

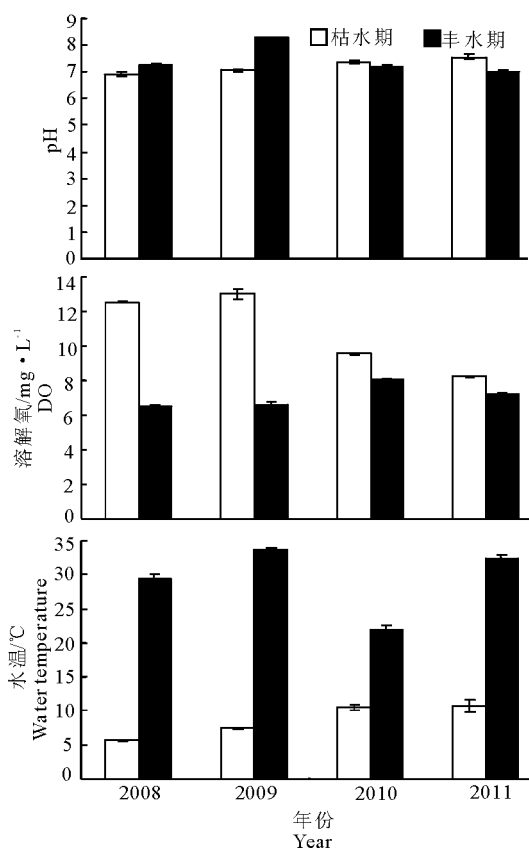


图2 pH、溶解氧和水温的年际变化

Fig.2 Annual variations of pH, DO and water temperature

溶解氧、硝酸盐氮、氨氮、总氮和总磷含量丰水期和枯水期之间差异显著($P < 0.05$),反映水环境的理化性质随着季节变化而变化的特征。

2.2.1 环境因子的季节性变化 经过4年8次的采样,得到都昌县周溪乡蚌类养殖水体主要环境因子的数据。分析显示,周溪乡蚌类养殖水体环境因子丰水期和枯水期具有显著差异($P<0.05$)。采样结果表明,蚌类养殖区的水温也表现出季节性变化。丰、枯水期平均水温分别为29.4℃和8.6℃。pH值与DO随季节的变化如图3所示,折线为起伏型,季节性波峰波谷明显,表明pH值在丰水期和枯水期变化明显,丰水期平均值为7.43,枯水期平均值为7.22;溶解氧含量丰水期和枯水期差异明显,丰水期溶解氧平均含量为7.11 mg/L,变化范围为6.56 ~

8.05 mg/L,枯水期平均含量为10.84 mg/L,变化范围8.25 ~ 13.02 mg/L。研究表明,水温、pH、DO等理化性质良好,符合国家渔业水质标准(GB11607-89),适宜蚌类生长繁殖。

2.2.2 营养盐的季节性变化 都昌县周溪乡蚌类养殖水体各形态氮、磷的平均浓度见表1。枯水期各形态的氮、磷含量明显高于丰水期。

表1 鄱阳湖各形态的氮、磷的平均含量 mg/L

Tab.1 Average content of different forms of nitrogen and phosphorus in the Poyang Lake

时期	TN	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	TP
丰水期	0.70	0.09	0.70	0.04
枯水期	3.78	0.50	0.78	3.78

2.3 环境因子的相互关系

为了探究环境因子之间的相互关系,将丰水期和枯水期环境因子之间的皮尔森相关系数矩阵列于表2和表3。环境因子pH、水温(T)、DO之间相关性不强,DO与水温 and pH在丰水期和枯水期均呈负相关,而水温与pH在丰水期呈正相关,在枯水期呈负相关。TN与NH₄⁺-N丰水期和枯水期相关性差异显著。枯水期TN与NH₄⁺-N显著负相关($P<0.05$),说明TN与NH₄⁺-N具有相同的变化趋势,可能其来源相同。丰水期水温与TP呈显著正

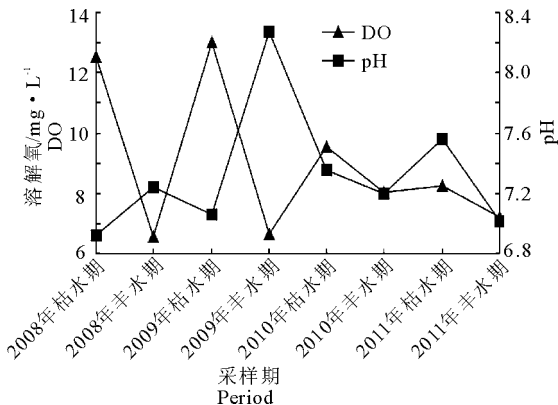


图3 pH和溶解氧的季节变化

Fig.3 Seasonal variations of pH and DO

表2 枯水期环境因子之间的相关系数

Tab.2 Pearson correlation coefficients among environmental factors in dry seasons

因子	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TN	TP	pH	T	DO
NO ₃ ⁻ -N	1						
NH ₄ ⁺ -N	0.1533	1					
TN	-0.0028	0.9022 **	1				
TP	0.3214	0.3239	-0.2559	1			
pH	0.1272	0.3665	-0.3026	0.3504	1		
T	0.0992	-0.0574	0.2500	-0.2645	-0.0358	1	
DO	0.0913	-0.2260	0.0776	-0.6560 **	-0.3171	-0.2426	1

注:“*”表示显著相关($P<0.05$);“**”表示极显著相关($P<0.01$)。

Note: “*” means significant correlation($P<0.05$); “**” means highly significant correlation($P<0.01$).

表3 丰水期环境因子之间的相关系数

Tab.3 Pearson correlation coefficients among environmental factors in wet seasons

因子	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TN	TP	pH	T	DO
NO ₃ ⁻ -N	1						
NH ₄ ⁺ -N	-0.3623	1					
TN	0.4482 *	-0.4470 *	1				
TP	0.4690 *	-0.2519	-0.0742	1			
pH	-0.3394	-0.5351 **	0.0385	-0.1808	1		
T	-0.4981 *	-0.3579	0.0939	-0.7102 **	0.3027	1	
DO	0.3854	0.4596 *	0.0693	0.0184	-0.4116 *	-0.2395	1

注:“*”表示显著相关($P<0.05$);“**”表示极显著相关($P<0.01$)。

Note: “*” means significant correlation($P<0.05$); “**” means highly significant correlation($P<0.01$).

相关性。水温监测数据显示,周溪乡蚌类养殖水体丰水期平均水温为 29.4°C ,最高水温为 33.6°C ,水温条件适宜藻类生长(王丽卿等,2011)。

3 讨论

3.1 水温年际变化的原因

从水温变化规律上来看,丰水期和枯水期水温整体上都历经缓慢升温的过程,这与郭华等(2006)等研究得出的变化趋势相符。但2010年丰水期平均水温较往年有所下降,分析原因主要是受2010年我国南方地区多轮强降雨的影响,3月初至7月中旬,暴雨带从赣南地区缓慢北上,5月20-23日江西北部降雨超过100 mm,五河携带大量雨水入湖,水量较往年同期明显增加,所以水温较往年同期明显下降。

3.2 环境因子的季节性变化规律

水温的高低反映出湖泊对外界自然气候的综合热效应,太阳辐射强度的季节性变化,造成水体吸收热能的差异,水温也出现季节性变化(王毛兰,2007);丰水期水温适中,有利于浮游植物和蚌类的生长与繁殖。溶解氧是水质评价以及衡量水体自净能力的重要指标,也是水生生物生存的必要条件(陈飞星,1999)。水温是影响溶解氧高低的一个重要因素,枯水期水温较低,溶解氧含量高,丰水期水温较高,溶解氧含量降低。水温不仅影响氧的溶解度,其对溶解氧的影响还可以通过生物作用体现;丰水期适宜的高温促进了藻类生长,藻类光合作用释放出氧补充水体中的溶解氧,但有机物分解作用需要消耗水体中的溶解氧,丰水期水体中有机物含量水平较枯水期更高,消耗大量溶解氧,因此丰水期溶解氧整体水平较枯水期低。在天然水体中,pH值是对水环境整体组成状况起决定性作用的主要参数指标,一般湖泊pH值的变化主要受到湖水中碳酸盐平衡及温度的影响;由于丰水期水温高,表层植物尤其是藻类丰度高,光合作用消耗水中的 CO_2 ,从而使水体pH升高(王毛兰,2007),所以丰水期的pH大于枯水期。

根据国家渔业水质标准(GB11607-89)中对渔业水域水质凯氏氮的限值($\leq 0.05\text{ mg/L}$),养殖水域氨氮指标丰、枯水期均大于该限值,说明研究水域受到了一定程度的氮污染。由于鄱阳湖区的 NO_2^- -N营养盐含量较低(万金保等,2007),可见鄱阳湖典型蚌类养殖水体中氮含量主要来源于有机氮素。鄱阳湖蚌类主要养殖方式为集中挂网,枯水期浮游生

物量减少,养殖户投喂饲料辅助养殖,因此有机氮素含量相对较高;另外,由于鄱阳湖吞吐型的湖泊特性,夏季水量丰富,冬季水量锐减,也是其蚌类养殖水体中总磷和总氮的含量丰水期和枯水期差异较大的原因之一。总磷枯水期平均含量为 3.78 mg/L ,是丰水期 0.04 mg/L 的94.5倍(表1),磷素充足,适合藻类生长。

3.3 环境因子的相关性

研究结果表明,水温与TP呈极显著的正相关,说明丰水期鄱阳湖区典型蚌类养殖水体环境与生物活动特别是与藻类生长联系较大,水温和磷元素对藻类生长至关重要,水温和TP高均有利于藻类生长(Li et al, 2008),即丰水期养殖水体环境可能促进藻类大量繁殖,进而发生水华,不利于养殖。相关研究资料显示,鄱阳湖从20世纪90年代起部分时期氮磷浓度超标严重,已经具备富营养化发生条件(吕兰军,1994;1996),随着工农业的迅速发展,鄱阳湖水体氮磷污染有加重趋势的(王晓鸿等,2004),对特种水产养殖业特别是蚌类养殖将产生不利影响,因此控制鄱阳湖氮磷过量输入迫在眉睫。从上述相关性分析中可以看出,鄱阳湖蚌类养殖水体枯水期氮素之间的相关性显著,而丰水期总磷和水温的负相关极显著($P < 0.01$)。因此,在枯水期控制养殖水体的氮素输入具有高效性;而丰水期温度和水体磷素会促进浮游动植物特别是藻类生长,降低透明度和溶解氧,以致富营养化加剧,严重时有可能发生大面积蓝藻水华,导致蚌类死亡。应减少高磷素饲料投放量,以减轻水体局部的富营养化程度。

参考文献

- 陈飞星. 1999. 湖泊(水库)网箱养鱼水质模型研究[J]. 环境科学学报, 19(2): 132-136.
- 郭华, 姜彤, 王国杰, 等. 2006. 1961-2003年间鄱阳湖流域气候变化趋势及突变分析[J]. 湖泊科学, 18(5): 443-445.
- 胡春华, 周文斌, 肖化云, 等. 2010. 鄱阳湖区水产养殖水体重金属污染研究[J]. 安徽农业科学, 38(7): 3697-3700.
- 胡家文, 姚维志. 2006. 养殖水体富营养化及其防治[J]. 河北渔业, (1): 52-54.
- 黄晓平, 龚雁. 2007. 鄱阳湖渔业资源现状与养护对策研究[J]. 江西水产科技, (4): 2-6.
- 刘岩. 2012. 环境因子对水生动物的影响[J]. 养殖技术顾问, (2): 263-263.

- 鲁钟. 2008. 我国水产养殖业在世界水产养殖中占据主导地位[J]. 现代渔业信息, 23(1): 30–30.
- 吕兰军. 1994. 鄱阳湖富营养化评价[J]. 水资源保护, (3): 47–52.
- 吕兰军. 1996. 鄱阳湖富营养化调查与评价[J]. 湖泊科学, 8(3): 241–247.
- 万金保, 闫伟伟. 2007. 鄱阳湖水质富营养化评价方法应用及探讨[J]. 江西师范大学学报:自然科学版, 31(2): 210–214.
- 王丽卿, 许莉, 卢子园, 等. 2011. 淀山湖浮游植物数量消长及其与环境因子的关系[J]. 环境科学, 32(10): 2868–2874.
- 王毛兰. 2007. 鄱阳湖流域氮磷时空分布及其地球化学模拟[D]. 南昌:南昌大学.
- 王晓鸿, 樊哲文, 崔丽娟, 等. 2004. 鄱阳湖湿地生态系统评估[M]. 北京:科学出版社:48–52.
- 熊六凤. 2011. 鄱阳湖区淡水蚌类资源现状、多样性格局及其对不同环境因子的响应[D]. 南昌:南昌大学.
- Bendell L I, L Esperance T, Whiteley J A, et al. 2010. Changes in geochemical foreshore attributes as a consequence of intertidal shellfish aquaculture: a case study[J]. Marine Ecology-Progress Series, 404: 91–108.
- Li R H, Cai D S, Yao W L. 2008. Effects of Temperature to the Growth of Algae in Chengjiang River[J]. Ecological Science, 27(5): 406–409.
- Rudolph A, Medina P, Urrutia C, et al. 2009. Ecotoxicological sediment evaluations in marine aquaculture areas of Chile[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 155(14): 419–429.
- Sachidanandamurth K L, Yajurvedi H N. 2006. A study on physicochemical parameters of an aquaculture body in Mysore city, Karnataka, India[J]. Journal of Environmental Biology, 27(4): 615–618.

(责任编辑 万月华)

Study on Physicochemical Environment Parameters in Typical Mussel Aquaculture Regions in the Poyang Lake ——Take Duchang Waters for Example

LI Yan-hong, ZHONG Jia-you, GUO Chun-jing

(Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, P. R. China)

Abstract: In wet and dry seasons between 2008 and 2011, surveys were conducted in typical mussel aquaculture waters in Duchang Waters of Poyang Lake. Characteristics of Physicochemical environment parameters in major mussel aquaculture areas were revealed by analyzing correlations between environmental factors and content of nutrients using SPSS 16.0 software. The results showed that water temperature, pH and DO significantly varied in different seasons. In wet seasons, the average water temperatures, values of pH and DO were 29.4℃, 7.43 and 7.11 mg/L, respectively. While in the dry seasons, they were 8.6℃, 7.22 and 10.84 mg/L, respectively. The water quality met the national fisheries water quality standards. Environmental factors varied between years, the water temperature increased significantly, DO experienced a process of falling slowly and pH tended to increase. There was no obvious correlation among environmental factors, but the correlation of some nutrients and environmental factors were obvious, for example, the water temperature and the TP were in a strong negative correlation, with the maximum correlation coefficient $r = -0.7102$.

Key words: environmental factors; mussel aquaculture regions; Poyang Lake