

中华鳖养殖池塘水质的昼夜变化研究

王伟萍¹, 童水明², 贺刚¹, 方春林^{1*}, 张桂芳¹, 张志红³, 王庆萍¹, 吴斌¹

(1. 江西省水产科学研究所, 江西南昌 330039; 2. 抚州市水产科学研究所, 江西抚州 344000; 3. 江西省科学院生物资源研究所, 江西南昌 330000)

摘要 对中华鳖池塘夏季主要水质因子进行昼夜连续监测, 通过相关性分析发现气温与水温、气温与 pH、气温与溶解氧(DO)、气温与氨氮(NH₄⁺-N)、水温与 pH、水温与 DO、水温与 NH₄⁺-N、透明度与 pH、pH 与 DO、pH 与 NH₄⁺-N、DO 与 NH₄⁺-N 在 0.01 水平上显著相关, 气温与透明度、NH₄⁺-N 与亚硝酸氮(NO₂⁻-N) 在 0.05 水平上显著相关。通过回归分析发现, 气温(A)与 DO(D) 函数关系为 $D = 0.649A - 12.729$ ($R^2 = 0.900$, $P < 0.01$), 一元回归关系达到极显著水平; pH(H)与 DO(D) 函数关系为 $H = 0.015D^2 - 0.021D + 6.59$ ($R^2 = 0.900$, $P < 0.01$), 二元回归关系达到极显著水平, 该研究结果可为指导中华鳖池塘养殖提供参考。

关键词 中华鳖; 水质; 回归分析

中图分类号 S949 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)24-0111-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.24.033

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Study on the Day and Night Changes of Water Quality in Culture Ponds of *Trionyx sinensis***WANG Wei-ping¹, TONG Shui-ming², HE Gang¹ et al (1. Jiangxi Fisheries Research Institute, Nanchang, Jiangxi 330039; 2. Fuzhou Fisheries Research Institute, Fuzhou, Jiangxi 344000)

Abstract The main water quality factors of *Trionyx sinensis* ponds were continuously monitored day and night. Correlation analysis revealed the air temperature and water temperature, air temperature and pH, air temperature and DO, air temperature and NH₄⁺-N, water temperature and pH, water temperature and DO, water temperature and NH₄⁺-N were significantly correlated at 0.01 level. Air temperature and transparency, NH₄⁺-N and NO₂⁻-N were significantly correlated at 0.05 level. The regression analysis showed that the relationship between temperature (A) and DO(D) was $D = 0.649A - 12.729$ ($R^2 = 0.900$, $P < 0.01$), there was extremely significant one-way regression relationship. The relationship between pH(H) and DO(D) was $H = 0.015D^2 - 0.021D + 6.59$ ($R^2 = 0.900$, $P < 0.01$), the binary regression relationship was extremely significant. The research results could provide guidance for pond culture of *T. sinensis*.

Key words *Trionyx sinensis*; Water quality; Regression analysis

近年来,中华鳖养殖得到了较快发展,为渔业增效、渔民增收和丰富城乡食品市场供应作出了积极贡献。中华鳖养殖经历了从利用天然资源粗放式养殖到人工集约化养殖的发展过程,目前已成为我国淡水渔业中发展速度最快、效益最好、集约化程度最高的产业^[1]。但是,养殖中华鳖水质的好坏直接影响其摄食、生长与生存。池塘水生态环境具有复杂、多因素等特点,用单因素统计法往往难以有效分析池塘养殖研究中出现的水质问题。笔者采用回归分析方法^[2]探讨水质因子间的相关性,旨在为进一步探讨养殖池塘生态系统的变化规律、指导养殖生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 选择抚州地区中华鳖养殖场的 2 个养殖池塘(编号为 1 号、2 号),每口池塘面积均为 1 666.7 m²,水深 0.9 m,池塘为长方形进排水方便。所用饲料主要为鲜鱼。池塘间互不连通,养殖模式为半封闭(通常情况下不换水),3 d 加水 5 cm 深。

1.2 试验方法 2017 年 7 月 12—13 日分别对 2 个中华鳖养殖池塘进行 24 h 连续采样,每 2 h 采样 1 次,分析水环境因子的昼夜变化^[3]。参照水样采集规范,采集上层水样(水面下约 0.3 m 处),采集现场平行样。气温、水温均采用温度计

法测定;透明度采用萨氏盘法测定;pH、溶解氧(DO)、氨氮(NH₄⁺-N)和亚硝酸氮(NO₂⁻-N)均使用 Octadem 便携式多参数水质分析仪现场快速测定^[4]。每个水样均做平行测定,取其平均值。

1.3 数据统计与分析 用 SPSS 20.0 统计软件对测定数据进行相关性分析及回归方程拟合。

2 结果与分析

2.1 水质昼夜变化曲线 从表 1、2 可以看出,池塘 1#和池塘 2#的气温、水温、透明度、pH、DO、NH₄⁺-N 和 NO₂⁻-N 水质因子随着时间的变化昼夜有明显的变化。在昼夜变化中,水温随着气温的升高而升高。当气温在 15:00 达到最高时,DO 也达到最高,这是由于浮游植物的光合作用。另外,光合作用也大量消耗水体中的 CO₂ 和 HCO₃⁻,导致水体的 pH 升高,15:00 达到最高,然后 pH 随着气温的逐渐降低而降低。NH₄⁺-N 在 21:00 至第 2 天上午 11:00 偏高,尤其是在上午 pH 随着气温的升高而升高, NH₄⁺-N 的致毒性也随着 pH 的升高而升高,在 11:00 时 NH₄⁺-N 的致毒性达到最高^[5-6]。在生产中,若 pH 过高时,可用降碱灵或有机酸^[7]来调节 pH,避免过高的 pH 与 NH₄⁺-N 的致毒性给生产造成损失。夜晚,由于没有光合作用,池塘中生物呼吸作用需要消耗大量氧气,在 03:00 至 05:00 DO 在低值,若 DO 过低时可进行增氧^[8]。

2.2 气温、水温、透明度、pH、DO、NH₄⁺-N 和 NO₂⁻-N 间的相关性分析 使用 SPSS 20.0 统计软件对气温(A)、水温(B)、透明度(C)、pH(H)、DO(D)、NH₄⁺-N(X)和 NO₂⁻-N(Y)进行相关性分析^[9-10],结果如表 3 所示。

基金项目 江西省重点研发计划项目(20161BBF60104);江西省支撑计划项目(20161BBF60019)。**作者简介** 王伟萍(1981—),女,江西南昌人,水产工程师,硕士,从事渔业生态环境研究。*通信作者,研究员,从事鱼类营养与鱼类种质资源研究。**收稿日期** 2019-05-24; **修回日期** 2019-06-11

表1 池塘1#水质的昼夜变化

Table 1 Day and night changes of water quality in pond 1

时间 Time	气温 Air temperature ℃	水温 Water temperature ℃	透明度 Transparency cm	pH	DO mg/L	NH ₄ ⁺ -N mg/L	NO ₂ ⁻ -N mg/L
01:00	26.0	32.5	5.8	6.63	4.60	0.78	0.361
03:00	25.0	32.5	6.1	6.57	2.43	0.87	0.275
05:00	25.0	31.5	6.5	6.54	2.72	0.83	0.272
07:00	27.5	31.0	7.5	6.84	3.41	0.82	0.272
09:00	33.0	33.0	9.0	7.42	7.35	0.70	0.285
11:00	35.5	33.5	9.0	8.16	10.43	0.53	0.400
13:00	38.0	36.0	8.0	8.64	11.40	0.27	0.260
15:00	39.0	37.0	7.5	8.63	12.58	0.24	0.294
17:00	38.0	35.5	6.5	8.66	11.56	0.29	0.416
19:00	32.0	33.5	6.0	6.84	8.22	0.55	0.417
21:00	28.0	33.0	5.8	6.77	5.63	0.61	0.416
23:00	26.5	32.5	5.8	6.71	5.82	0.66	0.387

表2 池塘2#水质的昼夜变化

Table 2 Day and night changes of water quality in pond 2

时间 Time	气温 Air temperature ℃	水温 Water temperature ℃	透明度 Transparency cm	pH	DO mg/L	NH ₄ ⁺ -N mg/L	NO ₂ ⁻ -N mg/L
01:00	26.0	32.5	6.2	6.88	4.99	1.18	0.248
03:00	25.0	32.5	6.2	6.80	3.78	1.20	0.309
05:00	25.0	31.5	6.8	6.78	3.92	1.26	0.266
07:00	27.5	31.0	9.2	6.80	4.42	1.40	0.284
09:00	33.0	33.0	10.0	7.53	6.00	1.19	0.317
11:00	35.5	33.5	9.0	7.83	10.35	1.07	0.244
13:00	38.0	36.0	8.5	8.87	12.44	0.54	0.181
15:00	39.0	37.0	12.3	9.03	14.08	0.54	0.347
17:00	38.0	35.5	6.8	9.02	12.73	0.54	0.301
19:00	31.5	33.5	6.2	7.37	9.79	0.83	0.218
21:00	28.0	33.0	6.2	7.23	5.83	1.00	0.217
23:00	26.5	32.5	6.2	6.89	4.91	1.08	0.157

表3 水质因子间的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between water quality factors

因子 Factor	气温(A) Air temperature	水温(B) Water temperature	透明度(C) Transparency	pH (H)	DO (D)	NH ₄ ⁺ -N (X)	NO ₂ ⁻ -N (Y)
气温(A) Air temperature	1						
水温(B) Water temperature	0.783**	1					
透明度(C) Transparency	0.354*	0.184	1				
pH(H)	0.795**	0.673**	0.418**	1			
DO(D)	0.800**	0.809**	0.282	0.735**	1		
NH ₄ ⁺ -N(X)	-0.561**	-0.603**	-0.011	-0.380**	-0.480**	1	
NO ₂ ⁻ -N(Y)	0.170	0.162	-0.041	0.051	0.153	-0.321*	1

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

Note: * indicated significant correlation (0.01<P<0.05); ** indicated extremely significant correlation (P<0.01)

2.3 气温、水温、透明度、pH、DO、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N间的回归分析

2.3.1 气温与水温、透明度、pH、DO、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件对气温(A)与水温(B)、透明度(C)、pH(H)、DO(D)、NH₄⁺-N(X)、NO₂⁻-N(Y)进行回归方程拟合,结果表明气温(A)与pH(H)函数关系为 $H=0.011A^2-0.524A+13.63$ ($R^2=0.953, P<0.01$),二元回归关系达到极显著水平,如图1所示;气温(A)与DO(D)函数关系为

$D=0.649A-12.729$ ($R^2=0.900, P<0.01$),一元回归关系达到极显著水平,如图2所示;气温(A)与水温(B)、气温(A)与透明度(C)、气温(A)与NH₄⁺-N(X)、气温(A)与NO₂⁻-N(Y)间均无显著相关。

2.3.2 水温与透明度、pH、DO、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件对水温(B)与透明度(C)、pH(H)、DO(D)、NH₄⁺-N(X)、NO₂⁻-N(Y)进行回归方程拟合,结果表明,水温(B)与透明度(C)、水温(B)与pH(H)、水温

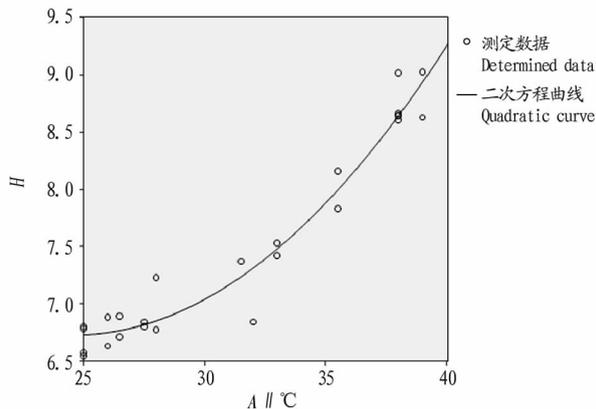


图1 气温(A)与pH(H)的二次方程曲线

Fig.1 Quadratic curve between air temperature(A) and pH(H)

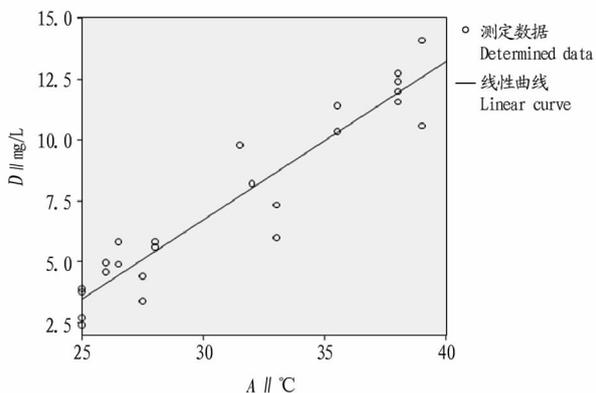


图2 气温(A)与DO(D)的线性曲线

Fig.2 Linear curve between air temperature(A) and DO(D)

(B)与DO(D)、水温(B)与 NH_4^+-N (X)、水温(B)与 NO_2^--N (Y)间均无显著相关。

2.3.3 透明度与pH、DO、 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件对透明度(C)与pH(H)、DO(D)、 NH_4^+-N (X)、 NO_2^--N (Y)进行回归方程拟合,结果表明透明度(C)与pH(H)、透明度(C)与DO(D)、透明度(C)与 NH_4^+-N (X)、透明度(C)与 NO_2^--N (Y)间无显著相关。

2.3.4 pH与DO、 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件分别对pH(H)与DO(D)、 NH_4^+-N (X)、 NO_2^--N (Y)进行回归方程拟合,结果表明pH(H)与DO(D)函数关系为 $H=0.015D^2-0.021D+6.59$ ($R^2=0.900, P<0.01$),二元回归关系达到极显著水平,如图3所示。pH(H)与 NH_4^+-N (X)、pH(H)与 NO_2^--N (Y)间无显著相关。

2.3.5 DO与 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件对DO(D)与 NH_4^+-N (X)、 NO_2^--N (Y)进行回归方程拟合,结果表明DO(D)与 NH_4^+-N (X)、DO(D)与 NO_2^--N (Y)间无显著相关。

2.3.6 NH_4^+-N 与 NO_2^--N 的回归分析。使用SPSS 20.0统计软件对 NH_4^+-N (X)与 NO_2^--N (Y)进行回归方程拟合,结果表明 NH_4^+-N (X)与 NO_2^--N (Y)间无显著相关。

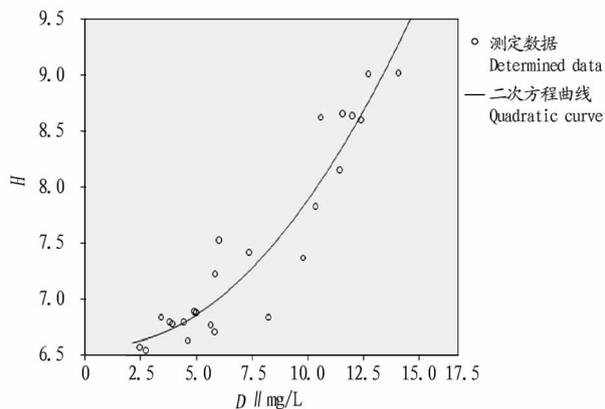


图3 DO(D)与pH(H)的二次方程曲线

Fig.3 Quadratic curve between DO(D) and pH(H)

3 结论

pH、 NH_4^+-N 随着气温的升高而升高,当气温在36℃以上时pH超过8.5,尤其当pH在9.0以上时, NH_4^+-N 毒性会迅速增强,轻则影响中华鳖的正常活动,包括吃食、生长、繁殖等,重则发病甚至死亡,给养殖生产带来损失。通过气温的变化并根据水质情况进行pH的调节,避免给养殖生产带来损失。

使用SPSS 20.0统计软件对气温、水温、透明度、pH、DO、 NH_4^+-N 和 NO_2^--N 进行相关性分析,发现气温与水温、气温与pH、气温与DO、气温与 NH_4^+-N 、水温与pH、水温与DO、水温与 NH_4^+-N 、透明度与pH、pH与DO、pH与 NH_4^+-N 、DO与 NH_4^+-N 在0.01水平上极显著相关;气温与透明度、 NH_4^+-N 与 NO_2^--N 在0.05水平上显著相关。

使用SPSS 20.0统计软件对气温、水温、透明度、pH、DO、 NH_4^+-N 和 NO_2^--N 进行回归分析,发现气温与pH、气温与DO、pH与DO间存在回归关系,其他水质因子间没有回归关系,相关性不显著。此次测定只在夏季(7月)进行池塘昼夜水质的变化研究,而中华鳖池塘养殖每个季度昼夜水质的变化则有待进一步研究。

参考文献

- [1] 汤瑜璞,杨丽丽,杨卫明.中华鳖养殖产业发展现状及对策与展望[J].渔业致富指南,2014(22):20-24.
- [2] 周鑫.基于SPSS的污染源分析及在环境管理中的应用[D].北京:北京工业大学,2012:10-11.
- [3] 赵海英,梁程超,简杰,等.北京地区夏季混养池塘水质的24小时变化[J].北京水产,2004(6):11-15.
- [4] 管越强,张磊,周文艳,等.中华鳖养殖水体理化指标及浮游植物的研究[J].水产科学,2011,30(7):395-399.
- [5] 杨品红,谢春华,王晓艳,等.超大珍珠养殖池与鱼池水质昼夜变化规律比较研究[J].水利渔业,2007,27(2):76-78.
- [6] 李奕雯,李卓佳,曹煜成,等.对抽海水高密度养殖后期水质因子的昼夜变化规律[J].南方水产,2010,6(6):26-31.
- [7] 杨先乐.水产养殖用药处方大全[M].北京:化学工业出版社,2009:370-371.
- [8] 谢群,张瑜斌,孙省利,等.流沙湾溶解氧的分布特征及其相关因素的探讨[J].环境科学与技术,2009,32(9):39-44.
- [9] 巩沐歌,鲍旭腾,朱浩,等.池塘养殖环境水质因子与气象因子的相关性分析[J].渔业现代化,2015,42(5):33-38.
- [10] 范瑜,胡永定,刘华,等.方差分析法在河流水质变化特点分析中的应用[J].江苏环境科技,1994(2):30-32.