

文章编号: 1674-5566(2013)01-0066-08

河蟹生态养殖池塘溶解氧分布变化的研究

戴恒鑫¹, 李应森¹, 马旭洲¹, 王武¹, 朱欣云¹, 李祖军²

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 湖南省益阳市大通湖天泓渔业有限公司, 湖南 益阳 413000)

摘要: 在晴天、强风和阴雨天等不同天气, 对高温季节河蟹生态养殖池塘水草稀疏区和水草密集区的水体溶解氧进行昼夜测定, 并对强风天, 池塘上下风处溶解氧进行测定。测定结果显示, 池塘水体溶解氧 14:00~16:00 最高, 4:00~6:00 最低。高温季节无风晴天 10:00~16:00 河蟹池塘上下水层存在热阻力现象, 导致上下层溶解氧存在显著差异 ($P < 0.05$), 14:00 最大差值为 10.4 mg/L; 6:00 底层溶解氧为 0.2~2.5 mg/L。强风天, 在风力作用下, 14:00 上下层溶解氧差异缩小; 6:00 底层溶解氧为 1.2~4.9 mg/L。阴雨天, 光照强度较弱, 上下层溶解氧差异最小, 14:00 最大差值为 3.4 mg/L; 6:00 底层溶解氧为 0.6~1.0 mg/L。晴天、多云等天气, 水草密集区水体溶解氧显著高于水草稀疏区 ($P < 0.05$), 而阴雨天夜晚水草稀疏区溶解氧略高于水草密集区。强风天, 16:00 下风处溶解氧显著高于上风处 ($P < 0.05$); 6:00 下风处溶解氧略高于上风处, 但无显著差异 ($P > 0.05$)。此结果表明河蟹生态养殖池塘内水草是主要的溶解氧生产者, 也为池塘增氧设备的使用提供一定的参考。

研究亮点: 对河蟹生态养殖池塘不同水层溶解氧进行昼夜监测。实地监测分析了高温季节各种天气河蟹生态养殖池塘内因水草分布不同而导致的溶解氧的分布和变化, 为生产中应用增氧设备提供一定的参考依据。

关键词: 河蟹; 溶解氧; 水温; 生态养殖; 水草
中图分类号: S 966.16
文献标志码: A

河蟹, 学名中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*), 因其具有独特的风味、营养和经济价值而越来越受到广大水产养殖者的青睐。其养殖规模逐渐扩大, 2009 年全国河蟹养殖面积约 93 万公顷, 河蟹产量约 64 万吨。高温季节是河蟹生长的关键时期, 此阶段河蟹新陈代谢强度较高, 水体溶解氧关系到河蟹的正常生长。鱼类、虾类养殖池塘溶解氧昼夜和周期变化的研究有较多的报道^[1-2], 但是关于河蟹生态养殖池塘溶解氧分布变化的研究相对较少。本实验旨在对河蟹生态养殖池塘高温季节溶解氧进行监测、分析和比较, 为后续研究提供一定的基础数据。

1 材料与方法

1.1 实验地点

实验地点为湖南省益阳市大通湖天泓渔业

生态养殖池塘示范区, 以大通湖水为水源。整个河蟹生态养殖池塘区占地总面积 20 多公顷, 池塘规格整齐, 面积为 1.65 hm² (150 m × 110 m), 7-9 月高温季节平均水深为 1.2 m。

1.2 饲养管理

池塘为“回”字形两个区, 中央平台为约占面积 60% 的种草区, 其四周为低于中央池底 30~40 cm 的深沟, 作为蟹种暂养区, 两个区在 3 月至 6 月采用塑料薄膜隔离。1 月初在全池种植伊乐藻, 种植面积约为全池 20%~40%, 水位为 15~20 cm; 4 月初在种草区种植轮叶黑藻和苦草, 面积约为全池的 40%~50%。3 月中旬 1 龄蟹种投放于蟹种暂养区, 蟹种规格为 100~150 只/kg, 放养密度为 1.2 万只/hm²。6 月中旬拆除池塘中塑料薄膜。随水温的升高、水草的生长, 逐渐升高

收稿日期: 2012-04-12 修回日期: 2012-06-24

基金项目: 国家星火计划项目(2011GA680001); 农业部优质蟹种规模化繁育与养殖示范项目(nyhyzx07-045); 上海市重点学科建设项目(Y1101)

作者简介: 戴恒鑫(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为生态渔业。E-mail: dhxlove@126.com

通信作者: 马旭洲, E-mail: xzma@shou.edu.cn

水位,5月初水位升至60~70 cm;7月中旬达最高水位(1.2 m)。养殖过程中不向外排水,只按水位要求加水。蟹种下池后,水温升至10℃开始投喂饵料,3~6月中旬饵料以鱼糜、高蛋白配合饲料为主,6月中旬至8月中旬高温季节在保证前期饵料的条件下,添加植物性饵料,如熟玉米等。8月中旬以后随着河蟹体重的增加加大投喂量,以动物性饵料如野杂鱼类、配合饲料等为主。

1.3 测定方法

在养殖示范区选定3个邻近池塘,每个池塘设立环境尽量相同的两点,分别为水草稀疏区(5 m内无水草)和水草密集区。7~9月选择晴天、强风和阴雨天进行溶解氧和水温24 h昼夜测定,时间间隔为2 h;水深间隔为20 cm,分别测定水下20、40、60、80和100 cm溶解氧和水温。本文晴天为晴天,风力0~2级,池塘无明显波浪;强风天为多云天,风力2~6级,池塘内有明显波浪;阴雨天为雨天,光照较弱,风力0~2级,池塘无明显波浪。强风天,在池塘上、下风处分别选取相距30 m以外的3点(水草稀疏区域)测定溶解氧,以了解强风天溶解氧的水平分布,测定时间为6:00和16:00,同样分5个水层测定。溶解氧(DO)和水温(T)均使用校准完毕的YSI—550A溶解氧检测仪测定。

1.4 数据处理

所测数据采用SPSS 11.5及Excel进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 河蟹池塘溶解氧和水温的昼夜变化以及垂直变化

2.1.1 晴天池塘水体溶解氧和水温的昼夜变化

晴天光照较强,水草密集区溶解氧主要来源于伊乐藻、轮叶黑藻和苦草等高等水生植物的光合作用,水草稀疏区溶解氧主要来源于水草密集区溶解氧的扩散。晴天池塘表层溶解氧较高,均超过了氧气溶解饱和度,最高达到13.5 mg/L;而中下层水体溶解氧较低,14:00上下层溶解氧最大差异为10.4 mg/L(图1~4)。这主要是由于上下层水温存在较大的差异,从而形成了热阻力现象,也叫“温跃层”,阻碍了上水层的溶解氧向下水层扩散,导致上层水出现“氧盈”,底层水出

现“氧债”。根据各水层昼夜水温变化,“温跃层”处于水下40 cm左右,主要出现在晴天10:00~16:00,此阶段光照最强,也是昼夜气温的最高峰;而2:00~6:00,上下水层水温逐渐趋于一致,但由于白昼池塘底层的“氧债”未得到补偿,底层水体溶解氧极低,6:00水下100 cm溶解氧为0.2 mg/L,远低于河蟹临界生存溶解氧。

水草密集区溶解氧显著高于水草稀疏区($P < 0.05$),6:00水草密集区底层溶解氧均值为2.5 mg/L。池塘水草覆盖面较大,伊乐藻等高等水生植物可以吸附水中颗粒悬浮物,池塘水体透明度较高,7月水体透明度达到94 cm。伊乐藻、轮叶黑藻和苦草等高等水生植物在中下层依然可以借助微弱的光照进行光合作用,适当缓解底层水体的“氧债”。晴天12:00~16:00水草密集区水体表层水温较水草稀疏区略高,这是因为伊乐藻等高等水生植物株高达到90~100 cm,其叶呈墨绿色,吸热较快,但同时其也影响了热量的传递,水下40 cm,水草稀疏区水温较密集区高。

高温季节晴天气温越高,白昼上下水层水温差异越大,上下水层溶解氧差异也越大,池塘底层水体“氧债”越严重,而表层由于水温升高,氧气溶解饱和度较低,表层水体溶解氧无显著差异($P > 0.05$)(图1~4)。“温跃层”是高温季节晴天池塘底层溶解氧的主要抑制因素。

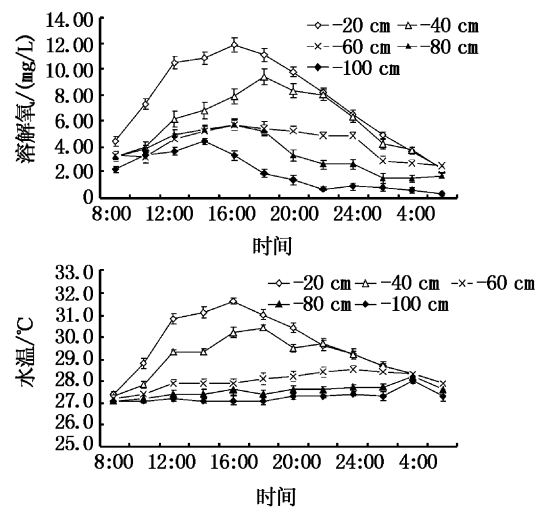


图1 7月16日水草稀疏区溶解氧和水温昼夜变化
Fig. 1 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on July 16

7月16日当地气象为晴天(无风),最高气温33℃。

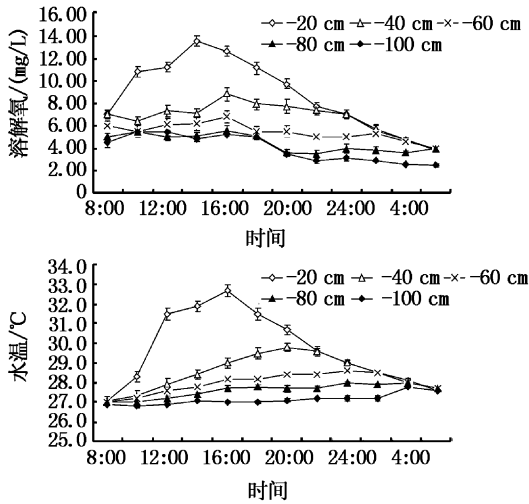


图2 7月16日水草密集区溶解氧和水温昼夜变化
 Fig.2 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses concentration area on July 16

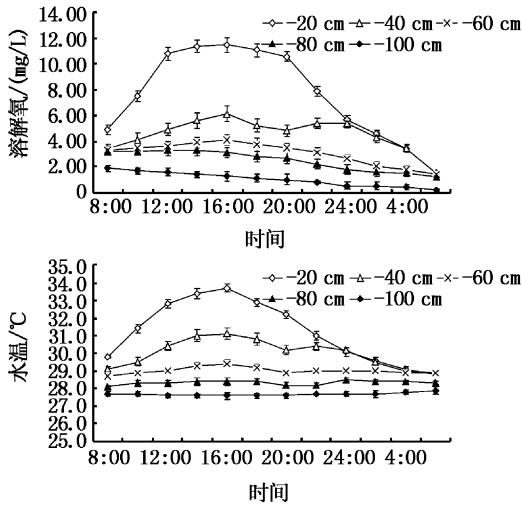


图3 7月24日水草稀疏区溶解氧和水温昼夜变化
 Fig.3 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on July 24
 7月24日当地气象为晴天(无风),最高气温为37℃。

2.1.2 强风天池塘水体溶解氧和水温的昼夜变化

强风天,由于风力对池塘水体有一定的机械做功效果,池塘上下水层水温趋于一致,热阻力减弱,促进了上下水层混合,池塘底层水体“氧债”得以缓解。14:00~16:00水温 and 溶解氧均最高,且上下水层溶解氧差异较晴天无风天显著小 ($P < 0.05$) (图5~8)。池塘水草密集区溶解氧显著高于水草稀疏区 ($P < 0.05$),16:00水草密集区水下20 cm~80 cm水体溶解氧为11.6~12.8 mg/L,均处于超饱和状态(图6)。

7月13日池塘溶解氧显著高于8月13日 ($P < 0.05$)。其主要原因为8月13日水温较7月13日高,水体氧气溶解饱和度低;其次,8月开始,水温持续在30℃左右,伊乐藻不耐高温,出现部分衰亡、浮于水面,影响池塘中上层存活水草的光合作用,从而导致整个池塘溶解氧水平下降(图5~8)。

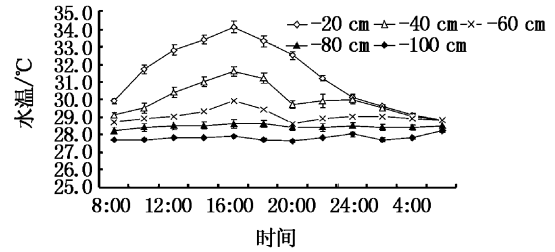
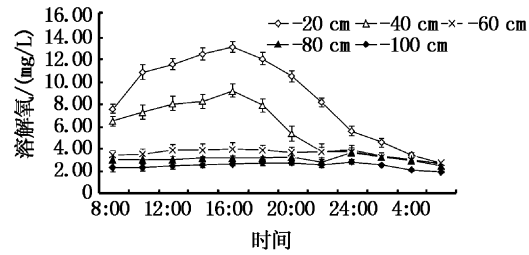


图4 7月24日水草密集区溶解氧和水温昼夜变化
 Fig.4 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses concentration area on July 24

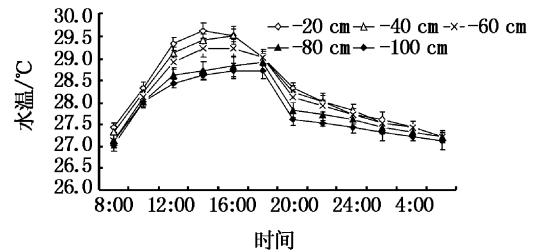
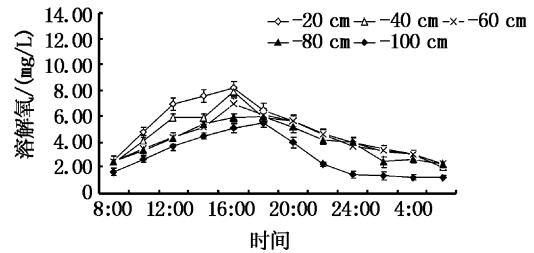


图5 7月13日水草稀疏区溶解氧和水温昼夜变化
 Fig.5 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on July 13

7月13日当地气象为晴转多云,北风4~5级,最高气温31℃。

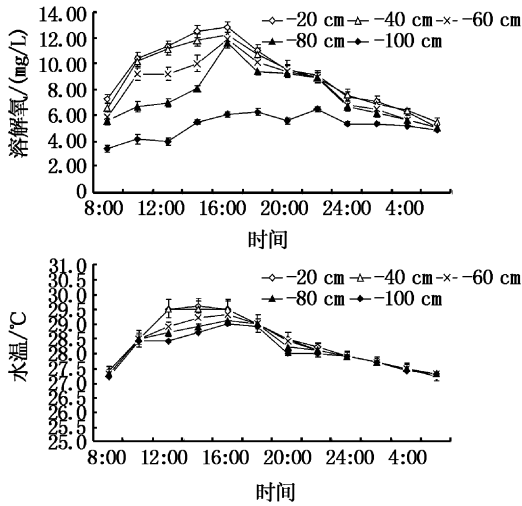


图6 7月13日水草密集区溶解氧、水温昼夜变化
Fig.6 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses concentration area on July 13

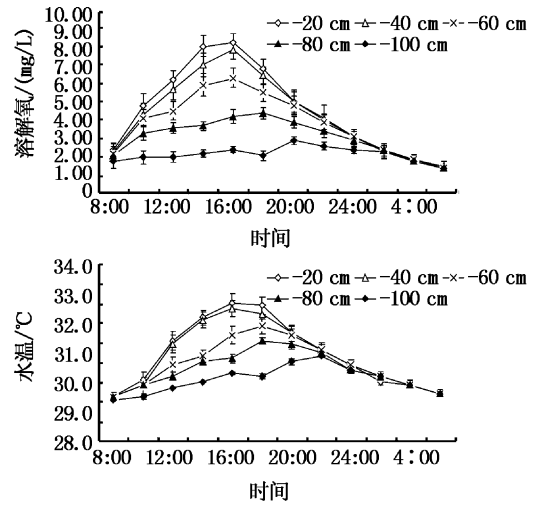


图8 8月13日水草密集区溶解氧、水温昼夜变化
Fig.8 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses concentration area on August 13

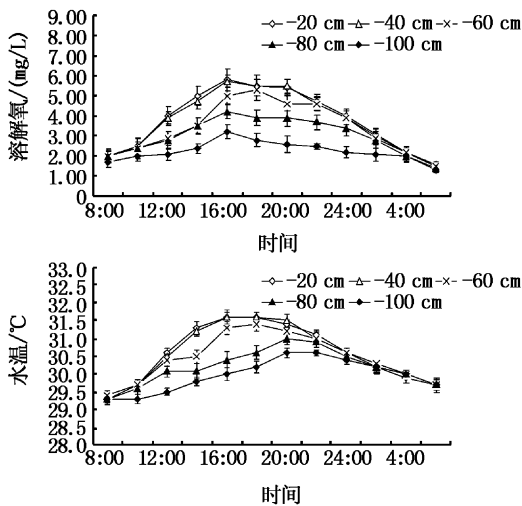


图7 8月13日水草稀疏区溶解氧、水温昼夜变化
Fig.7 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on August 13

8月13日当地气象为多云,南风3~5级,最高气温35℃。

2.1.3 阴雨天池塘水体溶解氧和水温的昼夜变化

阴雨天光照较弱,池塘中高等水生植物光合作用较差,产生氧气较少,溶解氧主要来源于空气扩散作用进入水体的氧气,池塘水体溶解氧相对较低。阴雨天气温较低,上下水层热阻力极小,上下层溶解氧差距最小。6:00池塘水体全水层溶解氧仅0.6~1.1 mg/L(图9~12),低于河蟹临界生存溶解氧。

阴雨天白昼光照较弱,水草密集区溶解氧略高于水草稀疏区;夜晚,由于水生植物呼吸作用,水草密集区耗氧量大于水草稀疏区,2:00~6:00水草稀疏区溶解氧较水草密集区略高(图9~12)。

9月2日池塘溶解氧显著高于8月24日($P < 0.05$)(图9~12)。这是因为8月22日~25日连绵阴雨天,而9月2日为多云突转阴雨天,其光照强度、光照时长情况相对较好,故池塘溶解氧较高。

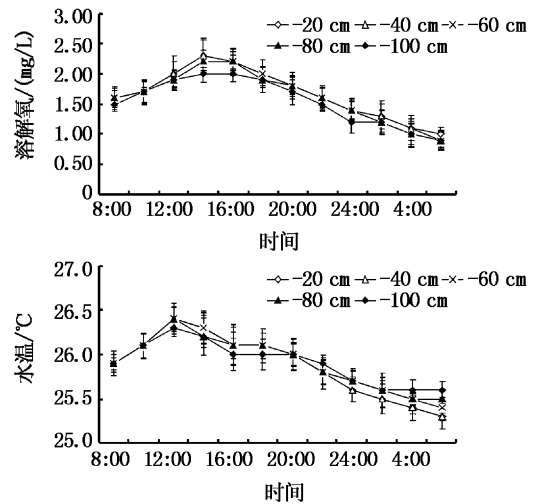


图9 8月24日水草稀疏区溶解氧和水温的昼夜变化
Fig.9 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on August 24

8月24日当地气象为阴转小雨,无风,连续阴雨天,最高气温29℃。

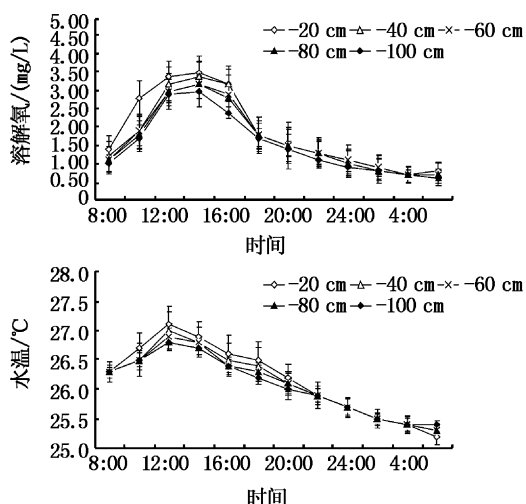


图 10 8月24日水草密集区溶解氧和水温的昼夜变化
Fig. 10 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses concentration area on August 24

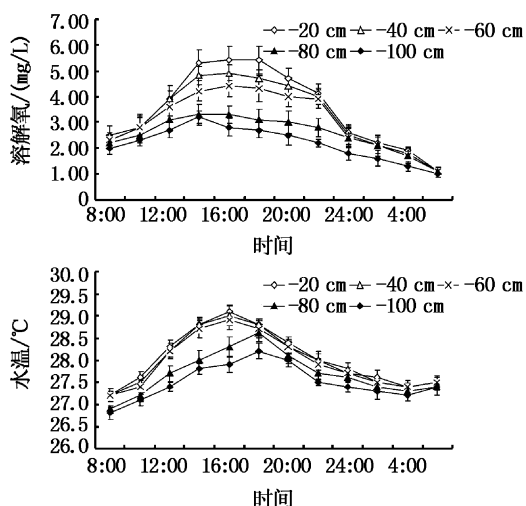


图 11 9月2日水草稀疏区溶解氧和水温的昼夜变化
Fig. 11 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on September 2

9月2日当地气象为阴转多云,北风1~2级,最高气温33℃。

2.1.4 天气对池塘溶解氧垂直分布的影响

14:00为池塘溶解氧的高峰。晴天光照条件

最好, -20 cm水草密集区溶解氧最高,显著高于强风天和阴雨天($P < 0.05$)。强风天空气对流较强,池塘内波浪较大,上下水层混合均匀,水草密集区水下40 cm、60 cm和80 cm溶解氧较高,100 cm各天气无显著差异($P > 0.05$) (表1),由此可见光合作用产生的氧气是池塘溶解氧的主要来源。晴天水草稀疏区和水草密集区表层溶解氧无显著差异($P > 0.05$),而强风天,水草密集区显著高于水草稀疏区($P < 0.05$),晴天由于温跃层的存在,上下水层无法混合,溶解氧无法纵向传递,只能横向传递,导致水草稀疏区溶解氧较高。强风天,首先光照稍弱,光合作用产氧量稍低,其次,上下水层混合充分,溶解氧纵向传递效率较高,横向传递效率相对减弱,导致强风天水草稀疏区溶解氧相对于晴天显著降低($P < 0.05$),由此可见水草光合作用较池塘中浮游植物强,池塘中高等水生植物为主要溶解氧生产者。

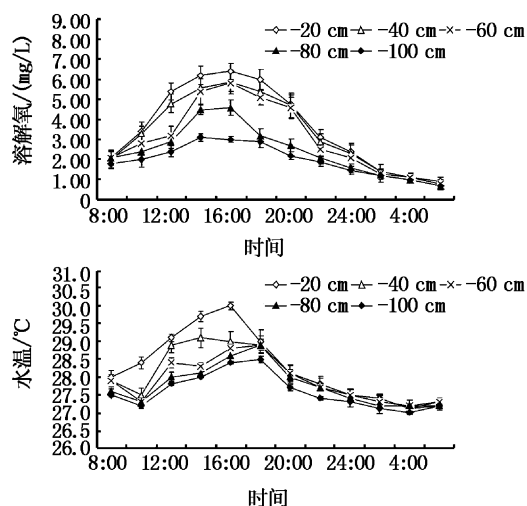


图 12 9月2日水草密集区溶解氧和水温的昼夜变化
Fig. 12 The changes of the DO and water temperature within 24 hours in the grasses sparse area on September 2

表 1 14:00不同天气池塘溶解氧分布情况
Tab. 1 The characteristics of DO in the ponds at 14:00

天气	测定区域	测定水深/cm				
		-20	-40	-60	-80	-100
晴天	水草稀疏区	11.4 ± 0.4 ^{cd}	6.6 ± 1.0 ^{bc}	4.7 ± 4.4 ^a	4.4 ± 1.3 ^{ab}	2.6 ± 1.5 ^a
	水草密集区	12.6 ± 0.8 ^d	8.1 ± 0.7 ^{cd}	5.2 ± 1.5 ^a	4.3 ± 1.3 ^{ab}	3.8 ± 1.4 ^a
强风天	水草稀疏区	6.6 ± 1.5 ^b	6.0 ± 1.3 ^{bc}	5.1 ± 1.4 ^a	4.7 ± 1.0 ^{ab}	3.8 ± 1.2 ^a
	水草密集区	10.0 ± 2.3 ^c	9.4 ± 2.4 ^d	7.9 ± 2.1 ^b	5.8 ± 2.1 ^b	3.5 ± 1.5 ^a
阴雨天	水草稀疏区	3.8 ± 1.8 ^a	3.6 ± 1.5 ^a	3.3 ± 1.2 ^a	2.8 ± 0.6 ^a	2.5 ± 0.6 ^a
	水草密集区	4.8 ± 1.7 ^{ab}	4.5 ± 1.4 ^{ab}	4.3 ± 1.5 ^a	3.8 ± 0.9 ^{ab}	2.9 ± 0.3 ^a

6:00 为池塘溶解氧的低谷。晴天和强风天,水草密集区溶解氧高于水草稀疏区,水下 100 cm 呈显著相关性($P < 0.05$)。阴雨天水草密集区溶

解氧最低,显著低于晴天和强风天水草密集区($P < 0.05$)(表 2),因此应当密切注意阴雨天池塘增氧。

表 2 6:00 不同天气池塘溶解氧分布情况

Tab.2 The characteristics of DO in the ponds at 6:00

天气	测定区域	测定水深/cm				
		-20	-40	-60	-80	-100
晴天	水草稀疏区	2.5 ± 1.1 ^{ab}	2.5 ± 1.1 ^{ab}	1.6 ± 0.2 ^a	1.4 ± 0.2 ^a	0.3 ± 0.1 ^a
	水草密集区	3.7 ± 0.8 ^b	3.6 ± 0.9 ^b	3.6 ± 0.8 ^b	3.3 ± 0.7 ^b	2.3 ± 0.3 ^{bc}
强风天	水草稀疏区	2.3 ± 0.6 ^{ab}	2.2 ± 0.6 ^{ab}	2.2 ± 0.6 ^{ab}	2.1 ± 0.5 ^{ab}	1.4 ± 0.4 ^{ab}
	水草密集区	3.7 ± 2.4 ^b	3.8 ± 2.5 ^b	3.5 ± 2.2 ^b	3.5 ± 2.2 ^b	3.3 ± 2.0 ^c
阴雨天	水草稀疏区	1.3 ± 0.4 ^a	1.2 ± 0.4 ^a	1.2 ± 0.4 ^a	1.2 ± 0.4 ^a	1.1 ± 0.2 ^{ab}
	水草密集区	0.9 ± 0.2 ^a	0.8 ± 0.2 ^a	0.8 ± 0.2 ^a	0.8 ± 0.2 ^a	0.8 ± 0.2 ^a

2.2 风力对池塘溶解氧水平分布的影响

在风力作用下,池塘下风处浮游生物和有机物较上风处多,因此白昼下风处浮游植物光合作用产氧和大气溶入的氧气较上风处高。风力越大,上、下风处的溶解氧差距也就越大^[3]。但夜晚分布与白昼相反,下风处溶解氧低于上风处。这是由于夜间下风处集中的浮游生物呼吸作用和有机物的分解消耗氧气量高于上风处,下风处耗氧速度快,故夜晚下风处溶解氧低于上风处。

由于大量种植伊乐藻、轮叶黑藻和苦草等高等水生植物,河蟹生态养殖池塘的溶解氧主要来源于高等水生植物的光合作用,而不是浮游植物。而且养殖水体中营养物有限,存在草—藻竞争,浮游植物生物量较低。16:00 下风处溶解氧显著高于上风处($P < 0.05$),与鱼类养殖池塘由浮游植物光合作用和风力机械作用所致相似;6:00 上下风处溶解氧无显著差异($P > 0.05$)(图 13~15)。本实验清晨的测定结果与养鱼池塘^[3]的结果不同。因为河蟹生态养殖池塘中,浮游生物生物量较低,且下风处波浪较高,增大了与空气接触面积,空气中扩散进入水体氧气的速度较快,导致清晨下风处溶解氧略高。

3 讨论

3.1 影响河蟹生态养殖池塘溶解氧变化的因子

高等水生植物是河蟹生态养殖池塘水体溶解氧变化的主要因素之一。根据实验结果,白昼伊乐藻、轮叶黑藻和苦草的光合作用可能是池塘溶解氧的最主要的来源。8 月之前,高温天气较少,伊乐藻生长正常,8 月后水温持续超过 30 ℃,

伊乐藻不耐高温,出现较大面积的浮株、衰亡。伊乐藻的浮株,具有遮挡效果,对水中存活水草的光合作用有一定的影响。夜间其呼吸作用也成为池塘溶解氧的消耗者,尤其在连绵阴雨天,光合作用极弱,水草密集区溶解氧消耗量较水草稀疏区大,水体中溶解氧较低。

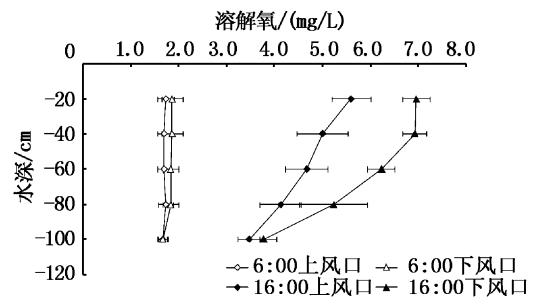


图 13 8 月 18 日 6:00 和 16:00 上下风处溶解氧分布
Fig. 13 The differences of DO in the windward side and downside at 6:00 and 16:00 on August 18

8 月 18 日气象为晴,南风 2~4 级,最高气温 37.0 ℃。

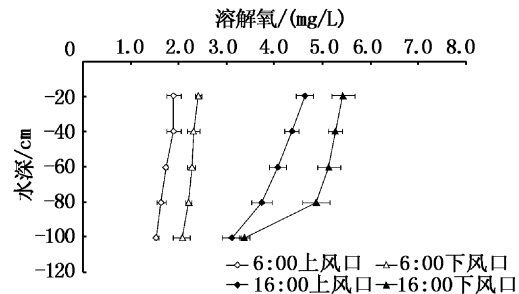


图 14 9 月 1 日 6:00 和 16:00 上下风处溶解氧分布
Fig. 14 The differences of DO in the windward side and downside at 6:00 and 16:00 on September 1

9 月 1 日气象为多云,北风 2~4 级,最高气温 31.0 ℃。

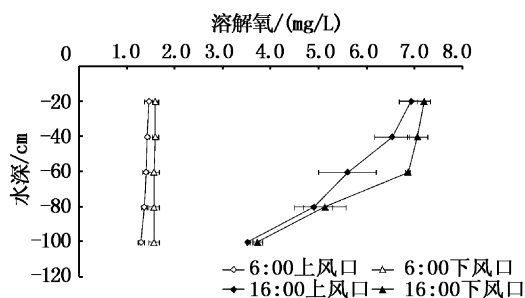


图 15 9月14日6:00和16:00上下风处溶解氧分布
Fig. 15 The differences of DO in the windward side and downside at 6:00 and 16:00 on September 14
9月14日气象为晴,北风2~3级,最高气温35.0℃。

河蟹生态养殖池塘中浮游植物的生物量一般较少,首先因为大量的高等水生植物,存在草—藻竞争,尤其是伊乐藻适宜低温水体的生长,早在蟹种下塘前就生长在池塘中,占据了河蟹池塘生态系统的优势地位;再者观察养殖水体,河蟹生态池塘水体透明度长期高于60 cm。相关研究发现,透明度和浮游生物丰度有一定关系,透明度为45~60 cm,表明浮游生物丰度较低,透明度>60 cm,表明水质太瘦,水体初级生产力水平不足^[4]。因此,河蟹生态养殖池塘浮游植物产氧为池塘溶解氧来源的次要因素。

养殖对象、浮游动物的呼吸耗氧量随自身生长发育逐步增加。过量的残饵导致水体有机物量的增加,陈延平和韩家波^[5]研究发现,养殖池塘8月后溶解氧降低的主要原因是有机物的积累。所以养殖后期池塘溶解氧较前期显著低。

高温天,表层水体水温升高,密度降低;底层水体水温较低,密度较表层高,上下水层不能混合,这种现象叫热力学分层。这是导致高温季节上下水层溶解氧差异的主要原因。同时,水体氧气溶解饱和度与水温成负相关性,水温升高,氧气溶解饱和度降低。

风力通过对池塘水体机械做功,促进上下水层混合,风力越大,波浪越大,上下水层混合越充分。JOHN^[6]研究表明,空气中氧气扩散进入水体中的速度取决于风速和其持续时间以及空气与水体中氧气的浓度差。且孙耀和陈聚法^[7]报道了大气与水体的氧气交换速率方程: $DO_{\text{exch}} = A \times E_g (C_o - C)$ 。式中: DO_{exch} 为单位时间氧气的溶入量; A 为界面面积; C_o 为水体中氧气的饱和浓度; C 为水体中氧气的实测浓度; E_g 为交换速率参数,取Rn梯度法测得的值。所以,风力越

大,空气中氧气扩散进入水体中的速度越快,但当水体溶解氧超过该水温、盐度、大气条件下水体的氧气溶解饱和度时,转为由水中向空气扩散。

3.2 河蟹生态养殖池塘溶解氧的调节

池塘生态养殖池塘溶解氧调节方法可以分为内部自主调节和外部调节。内部自主调节就是通过均匀栽种水草,根据水草的生活习性管理水草,在高温季节注意及时打捞伊乐藻的浮株,若水草生物量不足,应当尽可能及时补充^[8-10];外部调节通过定时调查河蟹摄食量,尽量不过量投喂饵料,减少池塘有机物积累量;控制河蟹的放养密度;使用底层微孔增氧设备,在晴天中午上下水层出现热阻力时促进上下水层混合,阴雨天夜晚增加水体溶解氧等^[11-15]。

参考文献:

- [1] 姚宏禄. 综合养鱼高产池塘的溶解氧变化周期[J]. 水生生物学报,1988,12(3):200-211.
- [2] 周绪霞,李卫芬. 精养虾池溶解氧变化规律的研究[J]. 饲料工业,2005,26(2):31-32.
- [3] 王武. 鱼类增养殖学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [4] CLAUDE E B. Soil and water quality considerations in shrimp farming[R]. A labama State; Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, 2000.
- [5] 陈延平,韩家波. 中国对虾养殖池中溶解氧与透明度之间的关系[J]. 水产科学,1991,10(2):25-28.
- [6] JOHN A. Defining loading limits of static ponds for catfish aquaculture[J]. Aquacultural Engineering, 2007, 36:73-80.
- [7] 孙耀,陈聚法. 中国对虾养殖水体中溶解氧的动态收支平衡模式[J]. 水产学报,1999,23(4):424-428.
- [8] 苏刚. 河蟹生态养殖中的水草管理[J]. 科学养鱼,2012(4):35-36.
- [9] 张华,王玉群. 河蟹池塘水草的生长和维护[J]. 科学养鱼,2010(4):47-48.
- [10] 王惠平. 河蟹养殖再说石灰清塘和水草覆盖率[J]. 科学养鱼,2009(1):16-18.
- [11] 陈凡,叶健,蒋静. 微孔曝气底层增氧系统在蟹虾混养中的应用[J]. 水产养殖,2009(6):56-57.
- [12] 王玮,陆庆刚,顾海涛,等. 微孔曝气增氧机的增氧能力试验[J]. 水产学报,2010,34(1):65-67.
- [13] 刘勃. 不同增氧方式对中华绒螯蟹养殖池塘水质的影响[J]. 渔业现代化,2009(4):23-26.
- [14] 刘勃. 河蟹池塘养殖底层微孔曝气增氧技术的研究和应用[J]. 水产养殖,2009(4):9-14.
- [15] 肖远金. 底充式增氧技术在池塘养殖中的应用[J]. 齐鲁渔业,2007,24(9):18.

The research of dissolved oxygen distribution in the crab ecological culture ponds

DAI Heng-xin¹, LI Ying-sen¹, MA Xu-zhou¹, WANG Wu¹, ZHU Xin-yun¹, LI Zu-jun²

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Tianhong Fisheries Limited Liability Company, Yiyang 413000, Hunan, China)

Abstract: The dissolved oxygen was detected in crab eco-culture ponds within 24 hours in the high temperature season between the aquatic plant sparse area and the aquatic plant concentration areas, when it is sunny, windy and rainy. At the same time, the dissolved oxygen was detected between the upwind areas and the downwind areas on the windy day. The results show that the dissolved oxygen is the highest from 14:00 to 16:00, and the lowest from 4:00 to 6:00 within 24 hours. When it is 10:00 – 16:00 in the high temperature season, the thermal resistance appears between the upper and the lower water in the ponds, so the significant difference shows between the upper and the lower water ($P < 0.05$). The maximum difference is 10.4 mg/L at 14:00. The dissolved oxygen is 0.2 – 2.5 mg/L in the lower water at 6:00. When it is strong winds, the difference is litter between the upper and the lower water at 14:00, and the dissolved oxygen is 1.2 – 4.9 mg/L in the lower water at 6:00. When it is rainy, the difference is least between the upper and the lower water, and it is 3.4 mg/L at 14:00. The dissolved oxygen is 0.6 – 1.0 mg/L in the lower water at 6:00. The dissolved oxygen in the aquatic plant concentration areas is significantly higher than the aquatic sparse area ($P < 0.05$), except it is rainy. When it is windy, the dissolved oxygen in the downwind areas is significantly higher than the upwind areas at 16:00 ($P < 0.05$), but the no significant difference is showed at 6:00 ($P > 0.05$). In conclusion, the aquatic plant is the main producers of the dissolved oxygen in the crab eco-culture ponds. The research provides some reference for increasing dissolved oxygen in the crab eco-culture ponds.

Key words: crab; dissolved oxygen; water temperature; eco-culture; aquatic plant