

文章编号: 1674-5566(2013)04-0586-07

## 阳澄湖围网内外浮游甲壳动物群落结构比较

袁林, 吴惠仙, 彭自然, 王琼, 边佳胤, 薛俊增

(上海海洋大学水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306)

**摘要:** 2008年阳澄湖中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensi*)围网养殖面积从5 400 hm<sup>2</sup>压缩至2 133 hm<sup>2</sup>。为了对阳澄湖围网拆除后生态环境的系统评估提供支撑,并为阳澄湖生态环境的跟踪管理及保护提供依据,于2008年5月至2009年4月对阳澄湖三组围网内外水体中浮游甲壳动物群落结构进行调查。比较了围网内外浮游甲壳动物群落差异性,分析了阳澄湖围网内外浮游甲壳动物群落组成、生物密度和生物量的时空变化、优势种、与环境因子的相关性。结果显示主要水质指标(透明度、总氮、总磷及叶绿素a)在围网养殖内外不存在显著性差异( $P > 0.05$ );浮游甲壳动物种类数之间不存在显著性差异( $P > 0.05$ ),优势种组成上也较为接近;围网内外浮游甲壳动物生物密度、生物量同样不存在显著性差异( $P > 0.05$ ),但与环境因子相关性表现不一致。

**研究亮点:** 有关阳澄湖浮游甲壳动物的报道并不多见,本文对阳澄湖围网内外浮游动物群落结构进行周年调查,探讨了围网内外浮游甲壳动物群落结构差异,为阳澄湖围网拆除后生态环境的系统评估提供支撑,并为阳澄湖生态环境的跟踪管理及保护、生态围网养殖的可持续发展提供理论依据。

**关键词:** 阳澄湖;浮游甲壳动物;群落结构;围网养殖

**中图分类号:** X 503

**文献标志码:** A

阳澄湖是太湖流域第三大浅水湖泊,面积119 km<sup>2</sup>,对于苏州地区生活用水、工业用水、农业灌溉和渔业资源等有着举足轻重的作用。20世纪80年代始,随着人为活动影响加剧,湖中营养物质逐步富集,加快了阳澄湖富营养化,太湖等湖泊相继爆发水华带来的水环境安全问题引起各界高度重视。网围精养是我国从80年代初开始实施的养殖技术,在当时促进了渔业资源的开发利用<sup>[1]</sup>,也带来了一定的环境问题<sup>[2-3]</sup>,为此吴庆龙<sup>[4]</sup>、班璇<sup>[5]</sup>、胡莉莉<sup>[6]</sup>等做了相应研究。阳澄湖中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensi*)闻名于世,为保护环境,2008年将养殖面积由5 400 hm<sup>2</sup>压缩至2 133 hm<sup>2</sup>。有关阳澄湖围网<sup>[7]</sup>内外生物和水环境的差异,凌云<sup>[8]</sup>、宋学宏<sup>[9]</sup>、陈立靖<sup>[10]</sup>等分别对网围内外细菌、营养盐、轮虫进行过分析,但未见有浮游甲壳动物报道。浮游甲壳动物是水域生态系统的重要组成部分<sup>[11-14]</sup>,是评价水质状况的重要指标之一,因此本文探讨了网围内

外浮游甲壳动物群落结构差异,旨在揭示其对围网的响应,为阳澄湖生态围网养殖的可持续发展提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 样点设置

依照《环境监测技术规范》<sup>[15]</sup>水环境部分以及阳澄湖养殖现状,设置6个样点(图1)。样点YC01-YC03为阳澄湖自然水体,YC04-YC06为大闸蟹围网内样点。于2008年5月至2009年4月逐月进行调查。

#### 1.2 样品采集与处理

浮游甲壳动物定性标本采用25号浮游生物网(64 μm)捞取,定量标本用5 L采水器分上下水层(表层0.5 m,距底0.5 m)采集共10 L混合水样,滤过13号浮游生物网(112 μm),收集后即使用4%的福尔马林溶液现场固定。浓缩后在解剖镜和显微镜下镜检计数。枝角类种类鉴定依照

收稿日期: 2013-02-20 修回日期: 2013-04-11

基金项目: 上海市教委重点学科建设项目(J50701)

作者简介: 袁林(1987—),男,助理工程师,研究方向为水生生物学和生态学。E-mail: lyuan@shou.edu.cn

《淡水枝角类志》<sup>[16]</sup>进行,桡足类的种类鉴定依照《淡水桡足类志》<sup>[17]</sup>进行。逐月随机量取每个种类(不含无节幼体)30个个体体长,按体长-体重回归方程式计算生物量<sup>[18]</sup>。

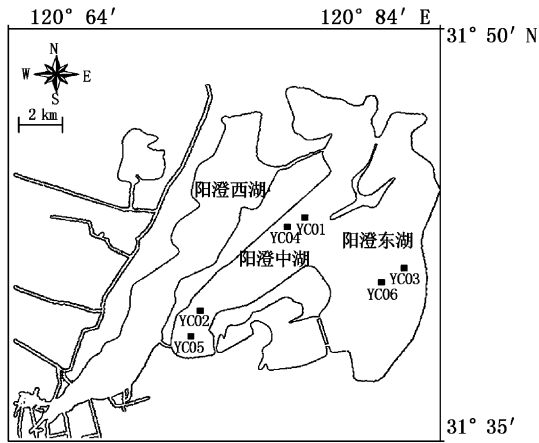


图 1 阳澄湖采样点地理位置  
Fig. 1 Distribution of sampling sites  
in Yangcheng Lake

### 1.3 理化指标及测定方法

理化指标的测定与浮游甲壳动物的采集同时进行。测绳测量水深(H),赛氏盘测量透明度(SD)。便携式溶氧仪测定溶解氧(DO)和温度(T);总磷(TP)测定采用钼酸铵分光光度法(GB/T11893—89);正磷酸盐( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ )测定采用分光光度法(GB/T8538—1995);总氮(TN)测定采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(GB/T11894—89);亚硝酸盐氮( $\text{NO}_2^- \text{-N}$ )测定采用分光光度法(GB/T7493—87);氨态氮( $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ )测定采用纳氏试剂分光光度法;高锰酸盐指数( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )测定采用酸性高锰酸钾滴定法,叶绿素a测定采用丙酮法<sup>[19]</sup>。

### 1.4 数据处理

无节幼体按0.003 mg的湿重换算其生物量;物种优势度: $Y = (n_i/N) \times f_i$ ,  $N$ 为该种群总个数, $f_i$ 为该种出现的频度<sup>[20]</sup>,当 $Y > 0.02$ 时,记为优势种;Jaeard相似性指数: $S_j = c/(a + b - c)$ 。其中 $a$ 为一地区物种种类数总和; $b$ 为另一地区物种种类数总和; $c$ 为两地区共有物种总和<sup>[21]</sup>。图表采用Office 2003和Prism 5软件制作;数据处理分析均采用SPSS 19.0软件进行。

## 2 结果

### 2.1 阳澄湖围网养殖内外主要理化指标比较

网围内样点(YC06、YC04、YC05)年平均透明度为:( $58 \pm 20$ ) cm;网围外样点(YC01、YC02、YC03)年均值为:( $60 \pm 16$ ) cm(图2)。3组网围内外样点组间比较,透明度不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。

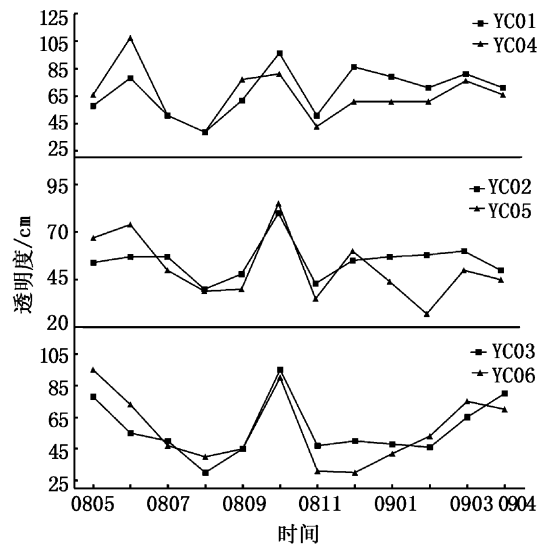


图 2 阳澄湖网围内外透明度比较  
Fig. 2 Differences of transparency between inside and outside of the net pen in three samplings

网围内样点年平均总磷值为:( $0.163 \pm 0.068$ ) mg/L;网围外样点年均值为:( $0.178 \pm 1.290$ ) mg/L(图3)。3组网围内外样点组间比较,总磷不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。

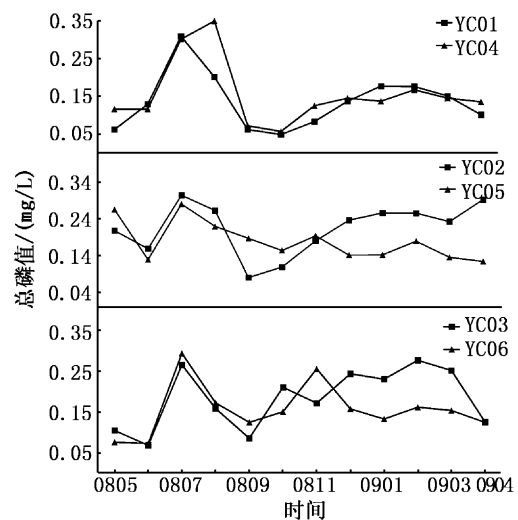


图 3 阳澄湖网围内外总磷比较  
Fig. 3 Differences of total phosphorus between inside and outside of the net pen in three samplings

网围样点年平均总氮值为:  $(1.70 \pm 1.29)$  mg/L;网围外样点年均值为:  $(1.42 \pm 0.77)$  mg/L (图4)。3组网围内外样点组间比较,总氮不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。

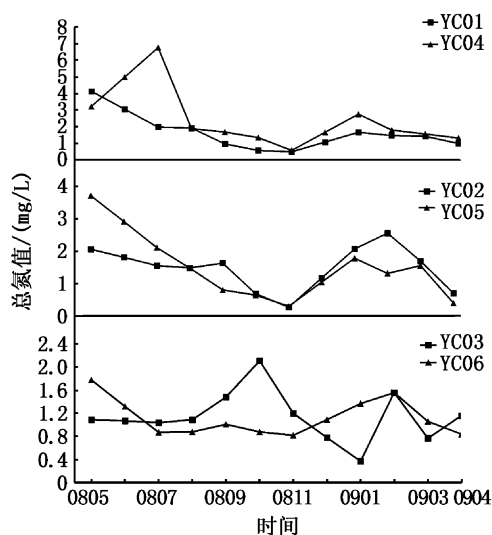


图4 阳澄湖网围内外总氮比较  
Fig.4 Differences of total nitrogen between inside and outside of the net pen in three samplings

网围内样点年平均叶绿素 a 值为:  $(26.73 \pm 25.19)$   $\mu\text{g/L}$ ;网围外样点年均值为:  $(24.85 \pm 24.41)$   $\mu\text{g/L}$ (图5)。3组网围内外样点组间比较,叶绿素 a 不存在显著性差异( $P > 0.05$ );

### 2.2 阳澄湖网围内外枝角类组成比较

3组网围内外周年调查到种类数之间不存在显著性差异( $P > 0.05$ ),3组围网内外种类相似度在 0.645 ~0.889 之间,相似度较高(表1)。

表2 阳澄湖网围内外浮游甲壳动物优势种差异

Tab.2 Differences of dominant species between inside and outside of the net pen in three samplings

优势种	YC01	YC04	YC02	YC05	YC03	YC06
	优势度					
广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i>	0.219	0.145	0.149	0.036	0.152	0.055
短尾温剑水蚤 <i>Thermocyclops brevifurcatus</i>	0.031	0.033	0.022	-	0.028	-
球状许水蚤 <i>Schmackeria forbesi</i>	0.025	0.026	0.046	0.027	-	-
中华窄腹剑水蚤 <i>Limnoithona sinensis</i>	0.026	0.030	-	-	0.192	0.169
汤匙华哲水蚤 <i>Sinocalanus dorrii</i>	-	0.031	-	0.156	-	-
筒弧象鼻溞 <i>Bosmina coregoni</i>	0.086	0.252	0.269	0.298	0.226	0.416
短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0.053	0.026	0.021	-	0.029	-

### 2.4 阳澄湖网围内外浮游甲壳动物密度与生物量比较

阳澄湖3组网围内外浮游甲壳动物现存量变化趋势较为一致,夏秋季节高,冬春季节低(图6)。经双因子方差分析,在  $\alpha = 0.05$  显著性水平

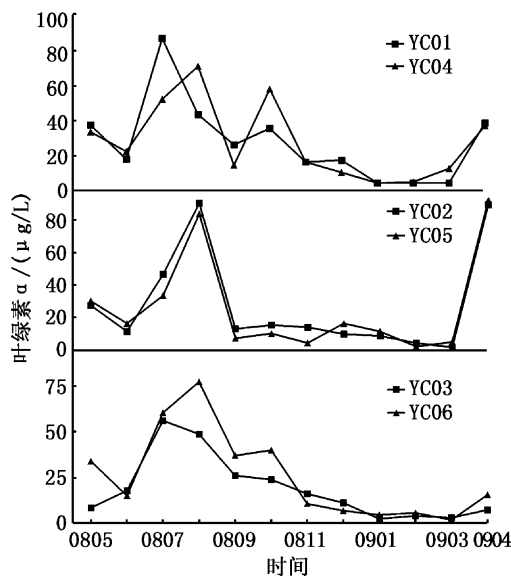


图5 阳澄湖网围内外叶绿素比较  
Fig.5 Differences of chlorophyll between inside and outside of the net pen in three samplings

表1 阳澄湖网围内外浮游甲壳动物种类数及相似度差异

Tab.1 Differences of similarity between inside and outside of the net pen in three samplings

	YC01	YC04	YC02	YC05	YC03	YC06
种类数	23	24	23	23	24	23
相似度	0.645		0.786		0.889	

### 2.3 阳澄湖网围内外浮游甲壳动物优势种比较

广布中剑水蚤为所取6个样点中共有优势种,优势度在 0.036 ~0.219;除 YC01 号点外,筒弧象鼻溞在其他5个样点中均为优势种,优势度在 0.226 ~0.416(表2)。

下,时间(季节变化)对浮游甲壳动物生物密度及生物量结果存在极显著性影响( $P < 0.01$ ),而围网对生物密度无显著影响( $F = 1.53, P = 0.221$ ),对生物量亦无显著影响( $F = 0.326, P = 0.57$ )。

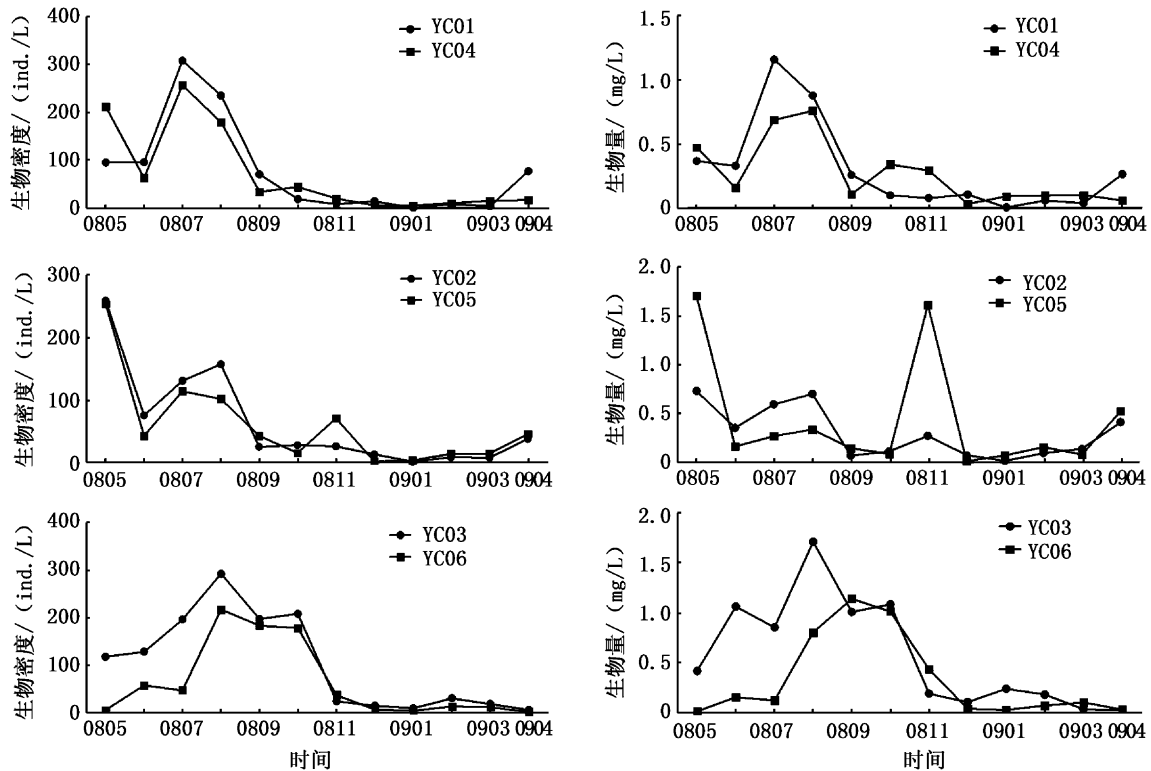


图 6 阳澄湖围网内外浮游甲壳动物生物密度、生物量差异

Fig. 6 Differences of crustacean zooplankton between inside and outside of the net pen in three samplings

2.5 阳澄湖围网内外浮游甲壳动物现存量与环境因子相关性比较

中湖敞水区 YC01 样点和 YC04 样点密度、生物量与环境因子相关性较为一致,相关性系数较高的环境因子均为温度、总磷及叶绿素 a(表 3)。

表 3 YC01 和 YC04 样点浮游甲壳动物与环境因子相关性差异

Tab. 3 Correlationship between crustacean zooplankton and physical and chemical parameters in YC01 and YC04

	YC01		YC04	
	生物密度	生物量	生物密度	生物量
T	0.76**	0.74**	0.73**	0.61*
H	0.35	0.32	0.01	0.15
SD	-0.67*	-0.67*	-0.29	-0.48
pH	0.35	0.34	0.11	0.18
DO	-0.17	-0.14	0.31	0.10
COD <sub>Mn</sub>	0.61*	0.61*	0.49	0.54
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.36	0.33	0.16	0.27
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	-0.04	-0.08	-0.28	-0.42
TN	0.35	0.33	0.66*	0.42
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	-0.42	-0.41	-0.48	-0.39
TP	0.63*	0.64*	0.62*	0.71**
Chl. a	0.88**	0.88**	0.67*	0.82**

注:Pearson 分析,\*表示显著性水平在 0.05,\*\*表示显著性水平在 0.01,表 4,表 5 同此。

中湖沿岸区 YC02 样点密度、生物量与温度呈正相关,与磷酸盐呈负相关,生物量与高锰酸盐指数、叶绿素 a 呈正相关;YC05 样点生物密度与总氮和总磷呈正相关,与磷酸盐呈负相关(表 4)。

表 4 YC02 和 YC05 样点浮游甲壳动物与环境因子相关性差异

Tab. 4 Correlationship between crustacean zooplankton and physical and chemical parameters in YC02 and YC05

	YC02		YC05	
	生物密度	生物量	生物密度	生物量
T	0.64*	0.69*	0.54	0.09
H	0.09	0.27	-0.32	-0.25
SD	-0.23	-0.39	0.13	-0.06
pH	-0.23	-0.11	-0.30	-0.34
DO	0.11	-0.03	0.00	0.07
COD <sub>Mn</sub>	0.39	0.60*	0.26	0.16
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	-0.16	0.00	-0.22	-0.40
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	0.08	0.13	0.13	-0.04
TN	0.20	0.00	0.63*	0.22
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	-0.69*	-0.58*	-0.63*	-0.19
TP	0.16	0.36	0.80**	0.49
Chl. a	0.43	0.68*	0.30	0.08

东湖敞水区 YC03 样点密度、生物量与温度、叶绿素 a 呈极显著正相关关系,生物密度与溶解氧呈负相关关系,生物量与溶解氧呈极显著负相关;YC06 样点生物密度与溶解氧呈极显著负相关,与叶绿素 a 呈极显著正相关,生物量与溶解氧呈负相关关系(表 5)。

表 5 YC03 和 YC06 样点浮游甲壳动物  
与环境因子相关性差异

Tab. 5 Correlationship between crustacean  
zooplankton and physical and chemical  
parameters in YC03 and YC06

	YC03		YC06	
	生物密度	生物量	生物密度	生物量
T	0.78**	0.71**	0.53	0.39
H	0.40	0.42	0.45	0.46
SD	-0.12	-0.23	-0.04	-0.05
pH	0.37	0.29	0.37	0.47
DO	-0.67*	-0.76**	-0.71**	-0.63*
COD <sub>Mn</sub>	0.61	0.65	0.45	0.22
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.16	0.21	0.49	0.52
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	-0.53	-0.45	-0.30	-0.15
TN	0.44	0.36	-0.43	-0.46
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	-0.69*	-0.70*	-0.35	-0.10
TP	-0.29	-0.36	0.03	0.05
Chl. <i>a</i>	0.83**	0.77**	0.72**	0.53

### 3 讨论

富营养化过程是氮磷等营养物质和有机物不断输入水体中综合作用的一个结果<sup>[22]</sup>。根据联合国经济合作和开发组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)对营养状态分类,当总氮含量大于 0.5 mg/L,小于 2.7 mg/L;TP 在 0.03 ~ 0.10 mg/L 范围内时,水体处在富营养状态,则阳澄湖网围内外 6 个样点均处于富营养化状态,网围内外无差异。

本次调查共鉴定出浮游甲壳动物 31 种,其中桡足类 17 种,枝角类 14 种。经单因子方差显示,网围内外样点间浮游甲壳动物种类数之间不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。阳澄湖网围内外均以广温性世界种居多,兼具寒性北方种以及暖性南方种<sup>[16]</sup>。中湖 YC01 样点和 YC04 样点优势种组成上较为一致,出现的共有优势种为广布中剑水蚤、球状许水蚤、中华窄腹剑水蚤、简弧象鼻溞、短尾秀体溞,但优势度不尽相同,YC01 样点的第一优势种为广布中剑水蚤,而 YC04 样点第

一优势种为简弧象鼻溞;中湖另一组围网内外样点 YC02 和 YC05 共有的优势种为广布中剑水蚤、球状许水蚤、简弧象鼻溞,两样点间的第一优势种均为简弧象鼻溞,围网内样点 YC05 样点鉴定到汤匙华哲水蚤为优势种,但其出现的个体多为幼体,成体出现的频率并不高,这或许与围网养殖内的鱼类作用有关,鱼类摄食对其的压力较大,优先摄食体型较大的枝角类,从而造成其幼体形态数量居多;东湖取样点位于湖中央敞水区,风浪较大,采集到较高数量的中华窄腹剑水蚤和简弧象鼻溞,这两种枝角类大多栖息在湖泊宽阔的敞水区,同样成为两采样点优势种,且优势度较高。综上,网围内外样点间优势种组成较为相近,但存在一定差异,或许与食物来源及鱼类作用有关,有待进一步实验研究。

经过周年调查,传统研究中关于围网养殖导致水质变差的结论<sup>[1,23]</sup>并未在结果的数据中体现,相反,这与吴庆龙等<sup>[24]</sup>在东太湖河蟹网围养殖内环境效应,凌云、陈立靖等<sup>[8,10]</sup>对阳澄湖河蟹网围养殖区内浮游细菌、轮虫的调查结论相一致,网围养蟹对网围水质及浮游甲壳动物影响不大。这或许是较多因素共同作用的结果,河蟹于五月份开始从小范围暂养进入整个网围区,饵料种类包括动物性饵料和植物性饵料,比例随月份而有所调整,残饵及河蟹排泄物在回捕前(9、10 月份)网围内营养要高于网围外;加之在夏季投放一定数量的水生植物(如苦草、轮叶黑藻、马来眼子菜等),给浮游甲壳动物增加了一定的栖息空间;同时养殖户为了净化改善水质以及增产,会在网围内投放一定比例的鲢鳙鱼来清除水中的浮游生物,这 3 种外因均会对浮游甲壳动物群落产生一定影响。从调查结果可以看出,鱼类对浮游甲壳动物的影响要略高于食物来源和水生植物的增多,浮游甲壳动物密度在 5 ~ 10 月期间网围外略高于网围内,十月过后,鲢鳙鱼及河蟹上市,网围内浮游甲壳动物由于捕食者的减少,食物来源丰富,11 月生物密度上有所回升,高于围网外。冬春季节则由于水温的影响以及不从事水产养殖的缘故,网围养殖内外浮游甲壳动物变化趋于一致。

皮尔森相关性分析表明阳澄湖围网外 3 个样点 YC01、YC02 以及 YC03 密度、生物量与水体温度以及叶绿素 a 关系较为紧密,这和国内外的

研究较为一致<sup>[25]</sup>。伴随着温度的升高,水体中浮游藻类的繁殖旺盛,叶绿素 a 浓度升高,这给浮游甲壳动物带来了广泛的食物来源。而围网内的 3 个样点(除 YC04)与上述两种环境因子关系并不明显,这可能是由于网围内生物因子,包括鱼类对浮游甲壳动物的捕食,浮游甲壳动物与轮虫种间的竞争<sup>[10]</sup>,以及外源性饵料的投喂对浮游甲壳动物现存量的影响大过环境因子所造成的。

浮游甲壳动物可以作为测定水体污染的指示生物<sup>[26]</sup>,本次调查鉴定到的枝角类优势种筒弧象鼻溞常出现于富中营养型水体<sup>[27]</sup>;桡足类优势种广布中剑水蚤常出现于富营养水体<sup>[28]</sup>。这与通过水化指标判定阳澄湖处于富营养状态结论较为一致。网围面积控制在一定范围之内,围网养蟹对其内外水质及浮游甲壳动物影响并不明显。因此阳澄湖围网养蟹应坚持生态养殖,能够对湖泊资源进行可持续循环利用。阳澄湖地处亚热带,是长江中下游平原典型的大型浅水湖泊。阳澄湖所在地区经济较为发达,阳澄湖是苏州地区重要的综合水源和补给水源,对居民用水、工业用水、农业用水和渔业资源等起的作用非同一般。一般认为,浮游甲壳动物密度与水体富营养化水平呈正相关<sup>[29]</sup>,对比同期数据,1976 年 7 月阳澄湖浮游甲壳动物密度为 39 ind./L<sup>[30]</sup>,2008 年 7 月为 176 ind./L,随着人为活动影响加剧,湖中营养物质逐步富集,阳澄湖已转为较为严重的富营养化状态,为避免湖区爆发水华,仍需开展必要的防治工作来进一步改善水质。

#### 参考文献:

- [1] 吴庆龙,陈开宁,高光,等. 大面积围网精养对水环境的影响及其对策[J]. 水产学报, 1995, 19 (4): 343-349.
- [2] LI W, YANG Q. Wetland utilization in Lake Taihu for fishfarming and improvement of lake water quality [J]. Ecological Engineering, 1995, 5 (2): 107-121.
- [3] TSUTSUM H. Impact of fish net pen culture on the benthic environment of a cove in South Japan [J]. Estuaries, 1995, 18 (1): 108-115.
- [4] 吴庆龙. 东太湖极其网围养鱼区的底栖动物以及环境质量的初步评价与区划[J]. 海洋湖沼通报, 1991, 4: 64-71.
- [5] 班璇,余成,魏珂,等. 围网养殖对洪湖水质的影响分析[J]. 环境科学与技术, 2010, 33 (9): 125-129.
- [6] 胡莉莉,赵瑞坤,张向群,等. 漏湖网围养殖后对水体富营养化的影响[J]. 水产学报, 1991, 15 (4): 291-301.
- [7] 张泳涛. 湖泊围网生态养蟹技术[J]. 养殖与饲料, 2011 (10): 15-16.
- [8] 凌云,王峻淑,顾佳洁. 阳澄湖湖区与围网养殖区浮游细菌群落结构变化研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49 (8): 1942-1945.
- [9] 宋学宏,邴旭文,孙丽萍,等. 阳澄湖围网养殖区水体营养盐的时空变化与水质评价[J]. 水生态学杂志, 2010, 3 (6): 23-29.
- [10] 陈立婧,刘樵,彭自然,等. 阳澄湖养蟹网围内外轮虫群落结构的变化及分析[J]. 水产学报, 2011, 35 (8): 1247-1257.
- [11] 潘继增,熊飞,李文朝,等. 抚仙湖浮游甲壳动物群落结构与空间分布[J]. 湖泊科学, 2009, 127 (3): 408-414.
- [12] ADEL A A, MAGEED, MAHMOUD T, et al. Factors affecting seasonal patterns in epilimnion zooplankton community in one of the largest man-made lakes in Africa (Lake Nasser, Egypt) [J]. Limnologia, 2006, 36 (2): 91-97.
- [13] WISSEL B, RAMACHARAN C W. Plasticity of vertical distribution of crustacean zooplankton in lakes with varying levels of water color [J]. Journal of Plankton Research, 2003, 25 (9): 1047-1057.
- [14] CHANG K H, HANAZATO T. Seasonal and spatial distribution of two *Bosmina* species (*B. longirostris* and *B. fatalis*) in Lake Suwa, Japan: its relation to the predator *Leptodora* [J]. Limnology, 2003, 4(1): 47-52.
- [15] 长江流域水环境监测中心. 环境监测技术规范-水环境监测规范[S]. 北京: 国家标准出版社, 1998.
- [16] 蒋燮治,堵南山. 中国动物志-淡水枝角类[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [17] 沈嘉瑞. 中国动物志节肢动物门甲壳纲淡水桡足类[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [18] 陈伟民,黄祥飞,周万平,等. 湖泊生态系统观测方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.
- [19] 水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [20] 徐兆礼,王云龙,陈亚瞿,等. 长江口最大浑浊带区浮游动物的生态研究[J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 39-48.
- [21] 谢桂林,傅荣怒,刘建丽,等. 菏泽牡丹园土壤甲螨群落特点研究[J]. 生态学报, 2004, 24 (4): 693-699.
- [22] 薛俊增,蔡楨,方伟,等. 淀山湖养殖围网拆除后昆山水域浮游生物生态现状初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19 (4): 514-520.
- [23] SCHEFFER M. The effect of aquatic vegetation on turbidity: how important are the filter feeders [J]. Hydrobiologia, 1999, 408/409: 307-316.
- [24] 吴庆龙,陈开宁,胡耀辉,等. 东太湖河蟹网围养殖的环境效应[J]. 农业环境保护, 2001, 20 (6): 432-434.
- [25] 陈光荣,钟萍,张修峰,等. 惠州西湖浮游动物及其与水质的关系[J]. 湖泊科学, 2008, 20 (3): 351-356.

- [26] 袁林, 孙玲霜, 朱新英, 等. 新疆红山水库浮游动物群落结构特征[J]. 干旱区地理, 2011, 34 (6): 1002 - 1008.
- [27] 张觉民, 何志辉. 内陆水域渔业资源手册[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [28] 日本生态学会环境问题专门委员会. 环境和指示生物(水域分册)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1987.
- [29] PINTO-COELHO R, PINEL-ALLOUL B, METHOT G, et al. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with tropic status [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2005, 62 (2): 348 - 361.
- [30] 王苏民, 窦鸿身. 中国湖泊志[M]. 北京: 科学出版社, 1989.

## The differences of crustacean zooplankton community structure between inside and outside of the net pen in Yangcheng Lake

YUAN Lin, WU Hui-xian, PENG Zi-ran, WANG Qiong, BIAN Jia-yin, XUE Jun-zeng

(Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Yangcheng Lake is the third largest freshwater lake of Taihu basin, which is an important water source of the Suzhou area and the only preparing source of drinking water for the city of Kunshan. Yangcheng Lake plays an important role in domestic water, industrial water, and irrigation and fisheries resources. Since 1980s, with the further use of the water resources in Yangcheng Lake, the nutrients were gradually enriched in the lake, which accelerated the eutrophication process of the lake. Algal blooms outburst in Taihu Lake and other lakes in 2007, and all sectors of society attach great importance to the safety problems of water environment in recent years. Yangcheng Lake which is famous for culturing high quality crab (*Eriocheir sinensis*) had a large area about 5 400 hm<sup>2</sup> for the purse-seine aquaculture. In order to protect the ecological environment and the source of drinking water, the government decided to reduce the area to about 2 133 hm<sup>2</sup> in 2008. We conducted a research about crustacean zooplankton's community structure, temporal changes and their relationship with environmental factors in Yangcheng Lake, and analyzed the differences inside and outside of the pen about the crustacean zooplankton with a purpose to reveal whether the crustacean zooplankton of Yangcheng Lake has a response to the pen. We also accumulate data for the aquatic ecosystem variation of Yangcheng Lake and provide a theoretical basis for the sustainable development of the ecological fishery. The main physical and chemical characters (TP, TN, SD and Chl. *a*), species composition, density, biomass and the diversity index inside the pen were not significantly different from those outside the pen ( $P > 0.05$ ).

**Key words:** Yangcheng Lake; crustacean zooplankton; community structure; enclosure aquaculture