

文章编号:1004-8227(2011)06-0711-06

江苏阳澄湖螺类群落的空间分布格局

孙月娟,王 武,刘其根,彭自然,陈立婧,胡忠军*,薛俊增,曲宪成

(上海海洋大学农业部水产种质资源与利用重点开放实验室,上海 201306)

摘 要:2008年1月~2009年10月对江苏阳澄湖螺类群落结构进行了季节调查研究。共采集到螺类4科5属6种,优势种为铜锈环棱螺,次优种为长角涵螺。阳澄湖螺类平均密度为 22.0 ± 4.7 ind./m²,平均生物量为 23.31 ± 4.69 g/m²,螺类密度和生物量在年际和季节间均无明显差异,但群落结构存在显著的空间变化,密度在东湖区和中华绒螯蟹围网养殖区较大、西湖区最小,生物量围网养殖区最高、西湖区最低;铜锈环棱螺密度围网养殖区最高、西湖区最低,长角涵螺密度东湖区最高、围网养殖区次之、入湖河流及其它湖区极低。中华绒螯蟹养殖未导致围网养殖区螺类数量下降,螺类(主要是铜锈环棱螺)的投放可能是该区螺类密度、生物量及铜锈环棱螺所占比例较高的主要原因之一。逐步回归分析表明,水深是影响螺类群落整体密度和生物量空间分布差异的主要因子;典型对应分析(CCA)表明,铜锈环棱螺主要分布在叶绿素a较高的水域,而长角涵螺和纹沼螺则主要分布在透明度较大的地方。

关键词:阳澄湖;中国绒螯蟹围网养殖;螺类;群落结构;密度;生物量;空间变化

文献标识码:A

螺类隶属于软体动物门、腹足纲,既可为人类食用,又可作为水生动物的优良饵料,同时它也是传播寄生虫病的媒介动物,可引起人与动物的寄生虫病(如血吸虫病),危害人和动物的健康。在淡水生态系统中,螺类起着十分重要的作用,它们可以加速水底碎屑的分解、调节泥水界面的物质交换并且能促进水体的自净等^[1]。近年来,在软体动物群落结构、多样性、生产力、食性、水质净化作用以及与环境因子关系等方面,已进行了大量的研究^[2~5]。

阳澄湖是苏州地区重要的水源地,对于生活、农业、工业用水和渔业资源等起着关键作用。阳澄湖因养殖中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)而享誉海内外,采用的养殖方式为围网养殖。由于中华绒螯蟹直接摄食,破坏水生植物而间接影响底栖动物群落,养殖密度过高时,会严重影响底栖动物和部分沉水植物^[6],如中华绒螯蟹的过度放养对小型和大型螺类的影响不同,从而导致螺类的组成与分布发生变化^[7]。同时,未食饲料及养殖对象的排泄物在底部堆积,致使溶解氧下降,从而使底栖动物的种类与数量都明显减少^[8,9]。

前几年由于不科学的围网养殖,造成了阳澄湖生态环境的破坏,水草严重退化,TN和TP大幅度增加^[10~12],水体生态环境的破坏必然反过来会造成水生生物群落结构特征的改变。迄今为止,经过多年中华绒螯蟹的养殖后,有关阳澄湖水生生物群落现状及围网养殖对生物群落影响的研究鲜有报道,仅见于对浮游植物的研究^[13]。2008年1月~2009年10月对江苏阳澄湖螺类群落结构进行了研究,分析了螺类分布的空间变化,并探讨了围网养殖对螺类群落结构的影响,旨在为阳澄湖水产养殖的环境影响评估和渔业管理等提供数据和理论支持。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区域概况

阳澄湖位于苏州市区的东北,跨苏州市区、昆山市及常熟市,是江苏省重要的淡水湖泊之一。阳澄湖为太湖下游湖群之一,南北长17 km,东西最大宽度8 km,水体面积120 km²,蓄水量3.7亿 m³。湖中纵列沙埂2条,将阳澄湖分为东、中、西3个湖盆,

收稿日期:2010-08-19;修回日期:2010-10-08

基金项目:财政部公益性行业(农业)科研专项经费(nyhyzx07-045);国家水体污染与治理科技重大专项(2008zx07256-001)

作者简介:孙月娟(1985~),女,江苏省盐城人,硕士研究生,主要从事底栖动物生态学研究。E-mail:wojiaosunyejuan@163.com

*通讯作者 E-mail:zjhu@shou.edu.cn

其中东湖区最大。阳澄湖水产资源十分丰富,盛产七十种淡水产品,其中素有“蟹中之王”美称的阳澄湖清水大闸蟹(中华绒螯蟹)更是驰名中外。

1.2 样点设置

2008 年 1、4、7 和 10 月及 2009 年 1、4、7 和 10 月,根据阳澄湖的形态功能特征,共设置了 20 个站点进行采样,位置见图 1(入湖河流: S14 ~ S17; 西湖区: S1 ~ S4; 中湖区: S5 ~ S7; 东湖区: S8 ~ S13; 围网养殖区: S18 ~ S20)。在各站点调查螺类的同时测定以下理化指标,即水深(D)、水温(T)、叶绿素 a(chla)、总氮(TN)、总磷(TP)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})等。在采集底栖动物的过程中,记录水草出现及多少情况,入湖河流、西湖区及中湖区约有 10%~17% 的站点出现沉水植物但数量极少;东湖区约有 25% 的站点出现沉水植物,采泥器采集到的水草较多,且在部分水域有大面积的沉水植物存在;在围网养殖区,养殖户会种植沉水植物和投放螺类(主要为铜锈环棱螺 *Bellamya aeruginosa*),可起到净化水质、为中华绒螯蟹脱壳时期提供庇护所及补充食物资源的作用,采样期间约有 33% 的站点出现沉水植物,养殖区水草盖度较大。

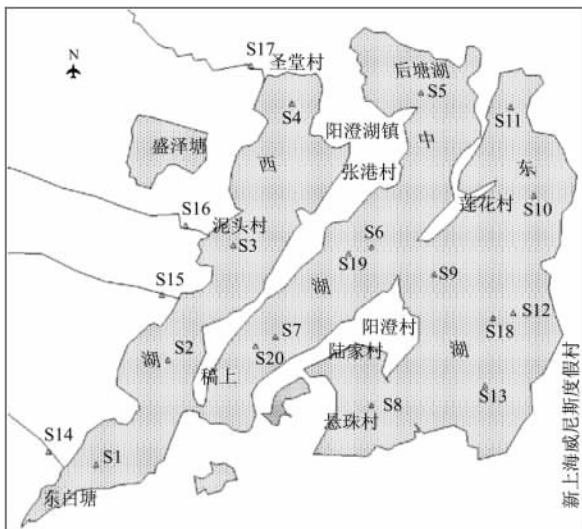


图 1 江苏阳澄湖螺类采样点示意图

Fig. 1 Sampling Site of Lake Yangcheng in Jiangsu Province

1.3 样品的采集与处理

采用改良 Peterson 采泥器(开口面积为 0.062 5 m²) 在湖中各个站点采样,每个站点采集底泥两次。将所采底泥倒入筛网中(网目 450 μm)在湖中进行清洗,网中剩余物倒入 500 mL 塑料瓶中带回实验室。在实验室进行手工挑拣,并保存于 8% 福尔马林中,以做进一步的种类鉴别、分类计数和样品称重

(±0.000 1 g),最后折算成密度和生物量。

1.4 数据处理

将所有数据合并计算每个物种的重要值以分别确定群落优势种,并按季节计算每个物种的重要值用来确定优势种的季节变化,重要值(Importance Value, IV)的计算方法为,重要值=(相对密度+相对生物量+相对频度)/3^[14]。

2 结果

2.1 阳澄湖螺类群落组成及优势种分析

在阳澄湖采集到的螺类共 4 科 5 属 6 种,包括豆螺科(Bithyniidae)的长角涵螺(*Alocinma longicornis*)、大沼螺(*Parafossarulus eximius*)和纹沼螺(*P. striatulus*),狭口螺科(Stenothyridae)的光滑狭口螺(*Stenothyra glabra*),田螺科(Viviparidae)的铜锈环棱螺(*Bellamya aeruginosa*),椎实螺科(Lymnaeidae)的椭圆萝卜螺(*Radix swinhoei*)。阳澄湖螺类群落物种中,铜锈环棱螺占的重要值最大,为 70.8,其次为长角涵螺 15.8,可见,铜锈环棱螺为阳澄湖螺类群落的绝对优势种,长角涵螺为常见种;光滑狭口螺(0.4)和椭圆萝卜螺(1.3)的重要值比例极低,为偶见种;其它两个物种纹沼螺和大沼螺的重要值也很低,分别为 5.7 和 6.2。

2.2 阳澄湖螺类生物量与密度

阳澄湖螺类群落的平均密度和生物量分别为 22.0±4.7 ind./m² ($\bar{X} \pm SE, n=157$) 和 23.31±4.69 g/m² ($\bar{X} \pm SE, n=157$)。螺类群落中铜锈环棱螺的年均密度最大(12.8±2.8 ind./m²),长角涵螺(6.3±2.5 ind./m²)次之,分别占总密度的 56.9% 和 28.0%;纹沼螺(1.9±0.8 ind./m², 8.3%)与大沼螺(1.3±0.9 ind./m², 5.4%)居中;而椭圆萝卜螺(<0.3 ind./m²)和光滑狭口螺(<0.1 ind./m²)的密度极低,占总密度的比例均低于 1%。生物量最高的物种亦为铜锈环棱螺(20.86±4.25 g/m²),占总生物量的 88.8%;大沼螺(1.52±1.25 g/m², 6.5%)、长角涵螺(0.75±0.31 g/m², 3.2%)、纹沼螺(0.29±0.13 g/m², 1.2%)、光滑狭口螺(<0.001 g/m²)及椭圆萝卜螺(<0.1 g/m²)的生物量均很低。

2.2.1 生物量和密度的时空变化

2008 年(26.7±7.8 ind./m²)螺类平均密度高于 2009 年(17.5±5.3 ind./m²),平均生物量相反(2008 年:21.90±6.71 g/m², 2009 年:24.66±6.59

g/m^2)。螺类密度和生物量的季节变化趋势类似,均是夏季最高(密度: $34.6 \pm 12.3 \text{ ind.}/\text{m}^2$, 生物量 $35.37 \pm 12.19 \text{ g}/\text{m}^2$)、春季次之、冬季处在第三位、秋季最低(密度 $7.4 \pm 2.5 \text{ ind.}/\text{m}^2$, 生物量 $12.56 \pm 4.06 \text{ g}/\text{m}^2$) (图 2)。

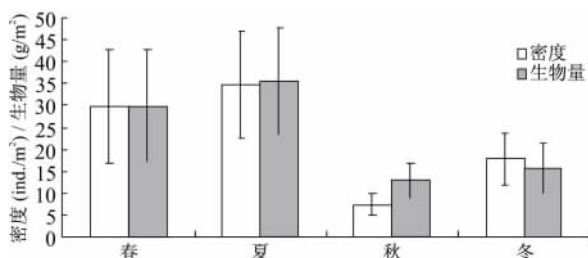


图 2 阳澄湖螺类群落密度和生物量的季节变化

Fig. 2 Seasonal Variations of Snails Density and Biomass (Mean $\pm$ SE) in Lake Yangcheng of Jiangsu Province

阳澄湖螺类群落密度的空间变化趋势为围网养殖区 ($46.1 \pm 19.3 \text{ ind.}/\text{m}^2$) > 东湖区 > 中湖区 > 入湖河流 > 西湖区 ($2.3 \pm 0.8 \text{ ind.}/\text{m}^2$), 生物量的空间变化趋势为围网养殖区 ($57.60 \pm 22.97 \text{ g}/\text{m}^2$) > 中湖区 > 入湖河流 > 东湖区 > 西湖区 ($3.79 \pm 1.90 \text{ g}/\text{m}^2$) (图 3)。

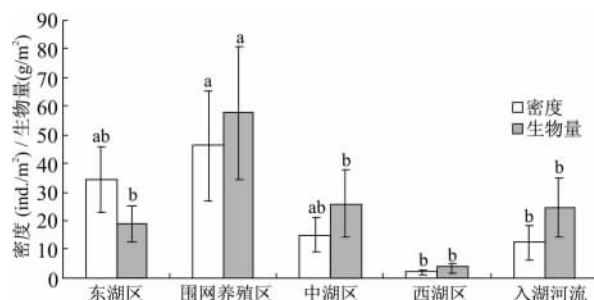


图 3 阳澄湖螺类群落密度和生物量的空间变化

Fig. 3 Spatial Variations of Snails Average Density and Biomass (Mean $\pm$ SE) in Lake Yangcheng of Jiangsu Province (the different letters upon the column denotes significant differences)

三因素方差分析表明,螺类群落密度和生物量在年份、季节间均无明显差异 ($P_{\text{均}} > 0.05$),但存在显著的空间变化(即湖区间差异显著,密度和生物量的 $P_{\text{均}} < 0.05$),且季节、年份、湖区间均无交互作用 ($P_{\text{均}} > 0.05$) (表 1)。多重比较 (Duncan 检验) 显示,围网养殖区螺类密度显著大于西湖区和入湖河流 ($12.8 \text{ ind.}/\text{m}^2$, $P_{\text{均}} < 0.05$),围网养殖区螺类生物量显著高于其它湖区 ($P_{\text{均}} < 0.05$) (图 3)。

表 1 阳澄湖螺类密度、生物量季节、年份和空间变化的三因素分析

Tab. 1 Three-way ANOVA of Seasons, Years and Sample Stations for Density and Biomass of Snail Community in Yangcheng Lake

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
截距	78 181.02/109 693.665	1/1	78 181.02/109 693.665	22.771/32.564	0.000*** / 0.000***
季节	20 848.329/25 920.20	3/3	6 949.443/8 640.067	2.024/2.565	0.114/0.058
年份	3 960.345/394.868	1/1	3 960.345/394.868	1.153/0.117	0.285/0.733
湖区	42 092.852/47 860.774	4/4	10 523.213/11 965.193	3.065/3.522	0.019* / 0.009**
误差	405 139.200/397 491.649	118/118	3 433.383/3 368.573		
总和	614 912.000/528 976.489	157/157			

注:斜线上方为密度数据,下方为生物量数据;*表示差异显著 ($P < 0.05$),***表示差异极其显著 ($P < 0.001$)

2.2.2 优势种生物量和密度的时空变化

根据图 4,铜锈环棱螺夏季密度百分比最大,为 36.2% ($18.3 \text{ ind.}/\text{m}^2$),秋季最低,为 11.3% ($5.8 \text{ ind.}/\text{m}^2$)。长角涵螺夏季密度百分比最高,为 52.1% ($12.4 \text{ ind.}/\text{m}^2$),秋季最低,为 5.9% ($1.4 \text{ ind.}/\text{m}^2$)。两者密度季节变化趋势大致相同为:夏季 > 春季 > 冬季 > 秋季。

根据图 5,铜锈环棱螺在各湖区都有分布,围网区内密度百分比最大,为 49.7% ($38.3 \text{ ind.}/\text{m}^2$),西湖区最低,为 2.3% ($1.8 \text{ ind.}/\text{m}^2$);长角涵螺主要分布在东湖区和围网养殖区,分别占 79.3% ($18.0 \text{ ind.}/\text{m}^2$) 和 18.5% ($4.2 \text{ ind.}/\text{m}^2$),西湖区和入湖河

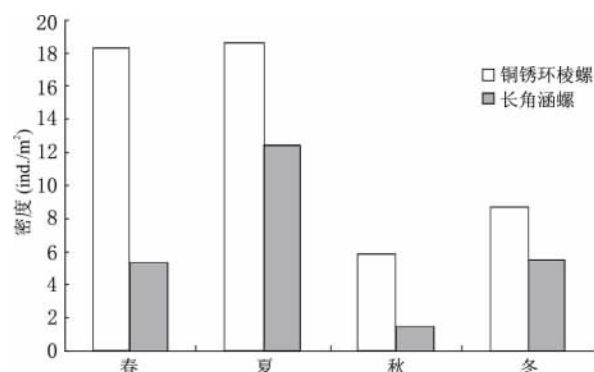


图 4 江苏阳澄湖螺类优势种密度季节比较

Fig. 4 Seasonal Change in Density of Dominant Snails in Lake Yangcheng of Jiangsu Province

流均极低,仅占 1.1%(0.3 ind./m²),且在中湖区没有采集到。

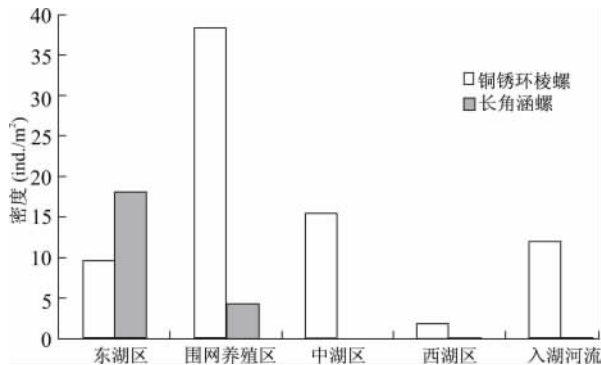


图 5 江苏阳澄湖螺类优势种密度空间比较

Fig. 5 Spatial Distribution of Dominant Species Density of Snail Community in Lake Yangcheng of Jiangsu Province

2.3 螺类群落与环境因子关系分析

2.3.1 螺类群落结构与环境因子的多变量分析

采用典范对应分析的前选 (Forward Selection) 和 Monte Carlo 转置法分析表明对螺类物种组成及分布有重要作用的环境因素有叶绿素 a (Chla)、透明度 (SD)、总氮 (TN) 和总磷 (TP)。图 6 给出了螺类物种—环境变量之间的二维排序图。第一、二轴特征值分别为 0.687 和 0.073, 共解释了底栖动物数据 73.5% 的方差值。叶绿素 a 含量、透明度和总磷主要贡献于第一轴, 总氮主要贡献于第二轴, 前两轴中属种与环境关系的方差累积百分比为 95.6%。

从图 6 可以看出, 铜锈环棱螺主要生活在叶绿素 a 比较高的环境中, 而长角涵螺、纹沼螺和椭圆萝卜螺主要出现在透明度比较大的地方。

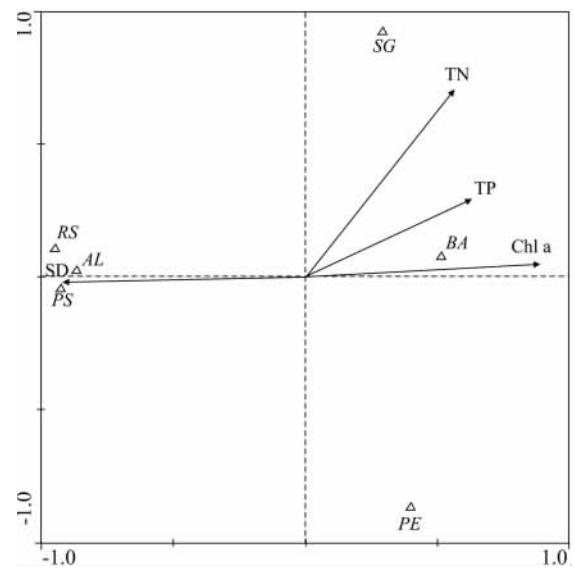
2.3.2 螺类群落整体密度与生物量的主要影响因素分析

逐步回归分析表明, 阳澄湖螺类整体密度 (Y_d) 和生物量 (Y_b) 主要与水深 (X) 有关: $Y_d = 58.7 - 16.6X (R^2 = 0.176, P = 0.028 < 0.05)$, $Y_b = 60.6 - 16.9X (R^2 = 0.182, P = 0.024 < 0.05)$ 。

3 讨论

影响螺类空间分布的生态因子国内外已有很多报道, 认为影响螺类分布的关键因子有水深、水草情况、底质条件、捕食者、人为干扰 (如水产养殖)、水化学等^[5,15~20], 也与螺类的生活习性有关^[21]。螺类前鳃亚纲 (如铜锈环棱螺、长角涵螺、纹沼螺) 和肺螺亚

纲种类的生活习性不同^[22], 会导致它们的空间分布存在差异。铜锈环棱螺营水生生活, 适应性较强, 生态位宽, 在太湖全湖均有分布^[21], 本文研究结果与此一致, 该螺亦生活在阳澄湖全湖; 而椭圆萝卜螺为肺螺亚纲, 营两栖生活, 更适合在水位较浅区域生活, 仅在阳澄湖的东湖湖区与入湖河流中出现过, 且数量很少。



SD: Secchi depth; TN: Total nitrogen; TP: Total phosphorus; Chla: phytoplankton chlorophyll-a concentration. AL: 长角涵螺 *Alocinma longicornis*; PE: 大沼螺 *Parafossarula eximius*; PS: 纹沼螺 *Parafossarulus striatulus*; SG: 光滑狭口螺 *Stenothyra glabra*; BA: 铜锈环棱螺 *Belamya aeruginosa*; RS: 椭圆萝卜螺 *Radix swinhoei*

图 6 阳澄湖螺类物种—环境变量 CCA 二维排序图

Fig. 6 CCA Biplot of Species-environment of Snail Community in Lake Yangcheng

在深水湖泊或水库中, 软体动物或螺类的密度和生物量均随水深增加而下降^[23,24], 在浅水湖泊如东湖和淀山湖中, 亦有随水深增加而递减的趋势^[18,22]。与前两个浅水湖泊一致, 水深也是阳澄湖螺类整体密度和生物量空间分布的最主要影响因素, 西湖区最深 (平均 2.8 m, 最深 4.8 m), 密度和生物量均最低 (图 3)。上游入湖河流区平均水深最浅为 1.9 m, 但其螺类密度却小于或显著小于东湖区和围网养殖区, 这可能与周边工厂、居民排放污水导致的污染有关, 阳澄湖污染总体呈现西高东低的分布格局, 入湖河道水质一般为 V~劣 V 类水^[12], 我们也调查发现, 入湖河流绝大多数站点采集的底泥为黑色淤泥, 混有生活垃圾, 主要分布种为铜锈环棱螺, 因此可以说明该螺具有较大的耐污能力。

水草也是影响底栖螺类分布的重要因素,水草—螺类互惠理论认为,螺类可通过移除水草上的过多附生植物、衰老组织、有毒物质,释放营养物质,分泌粘液等使水草获益,而水草亦可为螺类提供丰富食物、庇护所、多样化的生境及稳定的底质等使螺类受益^[17,25]。因此,在水草多样性和盖度高的栖息地,螺类密度(或生物量)和多样性也较高^[5,16,20,21,26,27]。在阳澄湖,东湖区存在大片的沉水植物分布区,围网养殖区内亦有人工种植的水草,水草盖度较高,螺类密度也较高(图3);在入湖河流与西湖区域,水草盖度非常低,且均呈零星分布,因此螺类密度也较低(图3)。螺类与水草之间的关系会因两者的种类不同而异^[20],如纹沼螺和长角涵螺与水草正相关,而铜锈环棱螺有随水草增加而减少的趋势^[15],阳澄湖螺类分布的CCA分析结果与此类似,铜锈环棱螺主要分布在叶绿素a较大地方,而长角涵螺和纹沼螺主要分布在透明度较大的地方。阳澄湖东湖区水草分布多,叶绿素a含量较低、透明度较高,长角涵螺所占比例最高(图5)可以预料。值得注意的是,由于养殖户人工种植水草,围网养殖区沉水植物分布也较多,但铜锈环棱螺密度所占比例最大(49%),而长角涵螺次之(19%),此一现象可能与中华绒螯蟹的养殖模式有关,阳澄湖养殖户每年向围网养殖区内投放螺类3 000~6 000 kg/hm²(主要投放种类为铜锈环棱螺),也可能与养殖(中华绒螯蟹)对大小不同的物种的影响不一样有关^[7]。

水产养殖中剩余饵料及养殖对象的排泄物,造成底部及其邻近区域大量营养物质的堆积,使得溶解氧下降,进而影响底栖动物的物种组成与数量^[8,9]。一些研究表明,中华绒螯蟹的过度放养会导致螺类等软体动物的密度和生物量下降^[6,7],可能与中华绒螯蟹的食性有关,其通过摄食动物性饵料^[11,28]或水草^[11,29]而直接或间接对螺类的分布与数量产生影响^[7]。但阳澄湖围网养殖区螺类密度与生物量均高于东湖和中湖非围网养殖区,且以铜锈环棱螺居多,可能与上段所述的当地中华绒螯蟹的养殖模式有关。

综上所述,决定阳澄湖螺类密度和生物量的主要生态因子为水深,水草和中华绒螯蟹的围网养殖区养殖可能对螺类群落结构如密度、生物量及物种组成产生重要影响,为更准确地探明各种主要生态因子特别是水草和中华绒螯蟹的围网养殖对阳澄湖螺类分布的影响,有待进一步定量研究。

致 谢 曲阜师范大学生命科学学院舒凤月博士帮

助鉴定部分标本,上海海洋大学水产与生命学院本科生杨丹华、顾承、顾斌等同学帮助野外采样和部分室内工作,阳澄湖大闸蟹行业协会会长杨维龙等同志对野外调查给予了大力支持,在此一起致以热忱的谢意。

参考文献:

- [1] WETZEL R G. Limnology [M]. 2nd edition. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983: 615~666.
- [2] 魏阳春, 濮培民. 太湖铜锈环棱螺对氮磷的降解作用[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 89~93.
- [3] 闫云君, 梁彦龄. 武汉后湖铜锈环棱螺的周年生产量[J]. 湖泊科学, 2000, 12(1): 68~72.
- [4] 全为民, 沈新强, 严力蛟. 富营养化水体生物净化效应的研究进展[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 57~61.
- [5] WANG H J, WANG H Z. Gastropods on submersed macrophytes in Yangtze Lakes: Community characteristics and empirical modelling[J]. International Review of Hydrobiology, 2006, 91(6): 521~538.
- [6] 于洪贤, 蒋 超. 放养河蟹对黑龙江东湖水库底栖动物和水生维管束植物的影响[J]. 水生生物学报, 2005, 26(4): 430~433.
- [7] 许巧倩, 王洪铸. 河蟹过度放养对湖泊底栖动物群落的影响[J]. 水生生物学报, 2003, 27(1): 41~46.
- [8] 刘其根, 孔优佳, 陈立乔, 等. 围网养殖对太湖底栖动物群落组成及物种多样性的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2005, 11(5): 566~570.
- [9] WANG G J. Influences of aquaculture on ecological environment[J]. International Journal of Biology, 2010, 2(2): 158~164.
- [10] 潘红玺, 吉 磊. 阳澄湖若干水质资料的分析与评价[J]. 湖泊科学, 1997, 9(2): 187~191.
- [11] 秦 伟, 马玉舸. 阳澄湖围网养殖中华绒螯蟹的摄食生态初步研究[J]. 淡水渔业, 2004, 34(1): 25~27.
- [12] 骆东玲. 浅水湖泊富营养化的机理与应对策略——以阳澄湖为例[J]. 农业环境与发展, 2007, 24(03): 14~17.
- [13] 翁建中, 李继影. 阳澄湖浮游植物研究及其富营养化评价[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(10): 41~49.
- [14] 胡忠军, 孙月娟, 刘其根, 等. 浙江千岛湖深水区大型底栖动物时空变化格局[J]. 湖泊科学, 2010, 22(2): 265~267.
- [15] 陈其羽, 梁彦龄, 宋贵保, 等. 武昌东湖软体动物的生态分布和种群密度[J]. 水生生物集刊, 1975, 5(3): 371~379.
- [16] 陈其羽. 湖北省花马湖软体动物的调查报告[J]. 海洋与湖沼, 1979, 10(1): 46~62.
- [17] PIP E. Species richness of freshwater gastropod communities in central north America[J]. Journal of Molluscan Studies, 1987, 53: 163~170.
- [18] 由文辉, 尤力群. 淀山湖软体动物群落的研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1998, 1(3): 101~109.
- [19] LEWIS D B, MAGNUSON J J. Landscape spatial patterns in

- freshwater snail assemblages across Northern Highland catchments[J]. *Freshwater Biology*, 2000, 43(3): 409~420.
- [20] 白秀玲, 谷孝鸿. 太湖环棱螺 (*Bellamya* sp.) 及其与沉水植物的相互作用[J]. *生态学报*, 2009, 29(2): 1 032~1 037.
- [21] 蔡永久, 龚志军. 太湖软体动物现存量及空间分布格局(2006—2007 年)[J]. *湖泊科学*, 2009, 21(5): 713~719.
- [22] 刘健康. 东湖生态研究(一)[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 129~151.
- [23] CUI Y D, WANG H Z. Ecology of macrozoobenthic communities in two plateau lakes of Southwest China[J]. *Oceanology and Limnology*, 2008, 26(4): 345~352.
- [24] 熊 飞, 李文朝. 抚仙湖底栖软体动物的种类组成与空间分布[J]. *生物学杂志*, 2008, 27(1): 122~125.
- [25] THOMAS J D. An evaluation of the interactions between freshwater pulmonate snail hosts of human schistosomes and macrophytes[J]. *Phil Trans R SoLond*, 1987, 315: 75~125.
- [26] RAI D N, ROY S P, SHARMA U P. Freshwater gastropod (Mollusca) community structure in relation to the macrophytes of littoral zone of a fish pond at Bhagalpur(Bihar)[J]. *Indian Journal of Ecology*, 1981, 8: 88~95.
- [27] POWELL A, SOUTH A. Studies on the mollusc faunas of gravel-pit lakes in S E England[J]. *Journal of Molluscan Studies*, 1978, 44: 327~339.
- [28] 陈炳良, 堵南山. 中华绒螯蟹的食性分析[J]. *水产科技情报*, 1989(1): 2~5.
- [29] 温州瑞, 刘慧集, 吴琅虎, 等. 河蟹对几种水草的选择性与摄食量的研究[J]. *水利渔业*, 2000, 20(1): 16~17, 53.
- [25] THOMAS J D. An evaluation of the interactions between

SPATIAL DISTRIBUTION OF SNAIL(GASTROPOD)COMMUNITY IN YANGCHENG LAKE,JIANGSU PROVINCE,CHINA

SUN Yue-juan, WANG Wu, LIU Qi-gen, PENG Zi-ran, CHEN Li-jing,
HU Zhong-jun, XUE Jun-zeng, QU Xian-cheng

(Key Laboratory of Aquatic Genetic Resource and Aquacultural Ecosystem Certificated of Agriculture,
Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: During the seasonal investigation on the snail community in the tributaries (TRIB), western basin (WB), middle basin (MB), eastern basin (EB), and culturing enclosures of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) (CEES) of Yangcheng Lake, Jiangsu province from Jan. 2008 to Oct. 2009, six snail species belonging to 5 genus, 4 families were recorded, in which *Bellamya aeruginosa* was predominant, and *Alocinma longicornis* subdominant. The mean density and biomass of snails in Yangcheng Lake were 22.0 ± 4.7 ind./m² and 23.31 ± 4.69 g/m², respectively, both of which didn't display seasonal and yearly variations, but differed significantly spatially. The relatively larger density occurred in CEES and EB and the least in WB; the highest biomass was found in CEES, and the lowest in EB. The highest abundance of *B. aeruginosa* appeared in CEES and the lowest in WB, while EB had the highest abundance of *A. longicornis* followed by CEES, and TRIB and the other two basins possessed the extremely low values. The highest density and biomass of snails, specially of *B. aeruginosa*, in CEES suggested that the enclosure culturing of *E. sinensis* couldn't led to the decline of density and biomass of the snail communities, and this fact would be explained by throw-in of snails (mainly *B. aeruginosa*) towards the culturing enclosures of *E. sinensis*. The stepwise regression analysis showed that among physical and chemical environmental factors only water depth could be used to explain the spatial variations of snail density and biomass, and the canonical correspondence analysis (CCA) indicated that *B. aeruginosa* tended to occur at sites with higher concentration of chlorophyll a, while *A. longicornis* and *Parafossarulus striatulus* at sites with larger transparency.

Key words: Lake Yangcheng; enclosure culture of *Eriocheir sinensis*; snails; community structure; density; biomass; spatial variation