

太湖贡湖湾虾类种类组成与时空分布特征^{*}

温周瑞^{1,2}, 谢平^{2**}, 徐军²

(1: 湖北省水产科学研究所, 武汉 430071)

(2: 中国科学院水生生物研究所东太湖湖泊生态系统试验站, 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072)

摘要: 分别于 2005 年 4 月、7 月、10 月利用蹦网对贡湖湾虾类种类组成和时空分布进行调查。共采集到虾类 9605 尾, 属于 2 科 3 属 5 种, 分别是秀丽白虾 (*Exopalaemon modestus*)、日本沼虾 (*Macrobrachium nipponense*)、锯齿新米虾中华亚种 (*Neocaridina denticulata sinensis*)、细足米虾 (*Caridina nilotica gracilipes*)、细螯沼虾 (*Macrobrachium superbum*)。其中, 秀丽白虾的数量占总数量的 63.79%、细足米虾占 13.93%、锯齿新米虾中华亚种占 12.69%、日本沼虾占 9.46%、细螯沼虾占 0.11%。虾类密度分布随生境类型和季节不同而有差异, 不同生境中虾类密度分布由大到小顺序是: 微齿眼子菜区、混合植被区、马来眼子菜区、沿岸少草区及裸地区, 生物量分布的大小顺序是: 微齿眼子菜区、马来眼子菜区、混合植被区、沿岸少草区及裸地区。季节分布中, 虾类密度和生物量分布最大的均为夏季(7 月), 其次为春季(4 月)和秋季(10 月)。

关键词: 虾类; 种类组成; 时空分布; 贡湖湾; 太湖

Spatial and temporal patterns of species composition and distribution of shrimp community in the Gonghu Bay, Lake Taihu

WEN Zhourui^{1,2}, XIE Ping² & XU Jun²

(1: Hubei Fishery Science Institute, Wuhan 430071, P. R. China)

(2: Donghu Experimental Station of Lake Ecosystems, State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology of China, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P. R. China)

Abstract: The species composition, spatial and temporal distribution of shrimps in the Gonghu Bay (Lake Taihu) were investigated by sampling with pop-net in April, July and October of 2005. The total of 9605 individuals belonging to 5 species, 3 genera and 2 families were collected. The relative percentage of *Exopalaemon modestus*, *Caridina nilotica gracilipes*, *Neocaridina denticulata sinensis*, *Macrobrachium nipponense* to the total is 63.79%, 13.93%, 12.69% and 9.46%, respectively. Based on the type and coverage of aquatic vegetation, the lake was categorized into 5 habitat types: *Potamogeton maackianus* habitat, mixed submerged macrophyte habitat, *Potamogeton malaianus* habitat, littoral zone with a little macrophyte habitat, and naked habitat. The density sequence of all shrimps from high to low is *Potamogeton maackianus* habitat, mixed submerged macrophyte habitat, *Potamogeton malaianus* habitat, littoral zone with a little macrophyte habitat and naked habitat. The biomass of shrimps decreased substantially in *Potamogeton maackianus* habitat, *Potamogeton malaianus* habitat, combined submerged macrophyte habitat, littoral zone with a little macrophyte habitat, and naked habitat. Each of the dominant species preferred the *Potamogeton maackianus* habitat. In terms of seasonal variation, both the largest density and biomass of the dominant shrimps were in summer (July), followed by spring (April) and autumn (October).

Keywords: Shrimp; species composition; spatial and temporal distribution; Gonghu Bay; Lake Taihu

长江中下游湖泊蕴藏着丰富的虾类资源, 常见虾类有近 10 种^[1-3], 虾类产量十分可观, 在渔业中占有一定的地位。1970s 末至 1980s 初, 洪湖可年产日本沼虾 500 t^[1]; 龙感湖 1986 年虾产量约 500 t, 相当于该湖成鱼

* 国家水体污染控制与治理科技重大专项项目(2008ZX07101-001)和国家自然科学基金项目(30870428)联合资助。2010-11-08 收稿; 2011-05-04 收修改稿。温周瑞, 男, 1966 年生, 博士, 研究员; E-mail: wenzrui@163.com.

** 通讯作者; E-mail: xieping@ihb.ac.cn.

产量的一半^[2];鄱阳湖是我国第一大淡水湖,常年虾产量维持在2000 t,历史上最高产的1954年曾达3986 t^[3];太湖历年虾产量在500–750 t,约占全湖鱼产量的5%–10%;洪泽湖虾类年产量在750–1000 t,占全湖水产品产量的15%^[4];滇池2000年虾类产量为3650 t,占鱼产量的63.5%^[5].

虾类不仅是较为重要的水产品,可供人类直接食用,而且是许多肉食性鱼类的天然食料.在黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)食物中,虾类的出现率约为60%,在鮡(*Silurus asotus*)的食物中约为43%,在长吻鮠(*Leiocassis longirostris*)、鳊(*Siniperca chuatsi*)、乌鳢(*Ophicephalus argus*)的食物中也占有较大的份额^[6-7].在湖泊中,除了日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*)和秀丽白虾(*Exopalaemon modestus*)具有较高的经济价值外,其它小型虾类个体小(如米虾属和新米虾属的种类),经济价值低,但密度和生物量高.因此,将湖泊中低值的虾类资源转化为以鳊、黄颡鱼等为主的名优水产品,是实现湖泊渔业优质高效的一条重要途径.

国内有关湖泊虾类资源量评估的研究资料较少,谈奇坤等^[8]探讨了巢湖虾类资源,李长春等^[9]运用剩余产量模型研究了鄱阳湖虾类资源最大持续产量,仅有秦海明等运用蹦网进行虾类群落组成、分布格局和资源评估研究^[10-11].虾类是湖泊生态系统中重要一环,在物质循环和能量流动中发挥较大的作用,开展这方面的研究,不但能为合理利用虾类资源,发展优质高效的可持续渔业提供科学依据,而且在揭示生态系统结构与功能上也有重要意义.本文对贡湖虾类群落组成和时空分布进行研究,以期为该湖虾类资源的合理利用及优质高效渔业模式的构建提供科学数据.

1 材料与方法

1.1 采样地点

采样地点位于太湖东北部的贡湖湾,是太湖东北部的一个湖湾,西北临无锡市,西南通太湖主体,西面隔山与梅梁湖湾相望,面积147 km²,平均水深2 m左右,湖底平坦.

1.2 生境划分

据王兴民等^[12]对贡湖沿岸的调查,贡湖沿岸水生植物有芦苇(*Phragmites australis*)、茭草(*Zizania cauduciflora*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、马来眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、荇菜(*Nymphoides peltata*)、金银莲花(*Nymphoides indica*)、穗花狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、苦草(*Vallisneria natans*)、四角菱(*Trapa natans*)9种,共7科8属;马来眼子菜、荇菜为优势种,苦草生物量极小,冬季无沉水植物生长.采样时对生活植物进行了现场调查,贡湖敞水区分布有微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)、马来眼子菜、苦草、穗花狐尾藻、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*)、伊乐藻(*Elodea nuttallii*)等沉水植物,群落类型主要有马来眼子菜群落、微齿眼子菜群落、微齿眼子菜+马来眼子菜+苦草+穗花狐尾藻+伊乐藻群落.根据贡湖沉水植物的有无和分布情况,划分为5种生境类型,即微齿眼子菜区、混合植被区、马来眼子菜区、沿岸少草区及裸地区(表1).运用GPS定位,确定每次采样位置.

表1 太湖贡湖湾生境类型特征
Tab.1 Characteristics of habitat types in Gonghu Bay, Lake Taihu

生境类型	水深(m)	特征
微齿眼子菜区	2.1–2.5	位于敞水区,淤泥底质,基本为单一微齿眼子菜群丛,生物量为1916.7 g/m ² .
混合植被区	2.1–2.5	位于敞水区,淤泥底质,主要有微齿眼子菜、马来眼子菜、苦草、穗花狐尾藻及伊乐藻,生物量为1221.9 g/m ² .其中,微齿眼子菜占41.4%,马来眼子菜占38.9%,穗花狐尾藻占9.2%,伊乐藻占8.2%,苦草占2.3%.
马来眼子菜区	2.1–2.5	位于敞水区,淤泥底质,基本为单一马来眼子菜群丛,生物量为1237.5 g/m ² .
沿岸少草区	1.4–1.8	位于岸边浅水带,淤泥底质,有少量马来眼子菜分布.
裸地区	2.1–2.5	位于敞水区,淤泥底质,无水生植物生长.

1.3 虾类采集

虾类采样使用面积2 m×2 m,高3 m,孔径40目的蹦网进行,蹦网的四条底纲分别装上直径2 cm的镀锌自来水管增加重力,提高下沉速度.采样时,用2只小木船,4人操作,先将蹦网置于采样点,让其底纲迅速

沉入水底,上纲有浮子漂于水面,可将虾类围住,随后用竹篙绞起网内水草,水草拿出前,在水中充分抖动,以免带出虾类,把水草分类、洗净、甩干称其湿重,然后用抄网捞捕虾类. 每个样方内至少用抄网(40 目)连续捕捞 3 次,最多为 7 次,每个样方每次捞到的虾类用塑料袋分装,贴上标签,放入便携式冰箱带回室内处理. 于 2005 年 4 月、7 月、10 月每月采样 1 次,分别代表春、夏、秋三季,每次每种生境采 3-10 个样方. 采样前测量每个样点的水深和透明度. 虾类样品带回实验室后,经过清洗和挑拣,用 4% 福尔马林溶液浸泡保存,用于种类鉴定和数量统计. 为了估算生物量,还称量了各种虾类的个体重量(精确到 0.01 g),并计算平均体重.

1.4 种群密度估算

样方内虾类种群数量(\hat{N})根据 Zippin^[13]提出的方法估算:

$$\hat{N} = \frac{\sum C_t}{1 - \hat{q}'}, R = \frac{\sum [(t - 1) C_t]}{\sum C_t}$$

式中, C_t 为在第 t 次捕捞时的渔获数量, t 为连续捕捞次数,Zippin 提供了依据 R 值求 $1 - \hat{q}'$ 的图解方法. 当某种虾类在某个样点的渔获物数据不能满足 Zippin 公式的条件时,该种群在该样点密度使用实际渔获数量(N)乘以该种群在相同生境的其他样点 \hat{N}/N 的平均值进行估算.

1.5 数据分析

运用多重比较检验虾类密度在不同季节和生境类型中是否存在显著性差异. 为了使数据具有更好的方差齐次性,所有用于统计分析的数据均进行了平方根 $\sqrt{x+1}$ 转换. 当 $P < 0.05$ 时,认为结果存在显著性差异(或影响). 数据的统计分析利用 Statistica 6.0 和 Excel 软件进行.

2 结果

2.1 种类组成

全年三次共调查 123 个样方,共采集到 5 种虾类,总数量为 9605 尾,分别是秀丽白虾、日本沼虾、锯齿新米虾中华亚种^[14]、细足米虾、细螯沼虾;在分类地位上,属于 2 科 3 属. 其中,秀丽白虾的数量占总数量的 63.79%、细足米虾占 13.93%,锯齿新米虾中华亚种占 12.69%,日本沼虾占 9.46%,细螯沼虾占 0.11%(表 2). 生物量比例分别为秀丽白虾 53.30%,日本沼虾 25.82%,锯齿新米虾中华亚种 10.70%,细足米虾 10.13%,细螯沼虾 0.04%,日本沼虾虽然数量较少,但生物量仅次于秀丽白虾.

表 2 贡湖湾蹦网渔获物中虾类种类组成与数量
Tab. 2 Species composition and numbers of shrimp collected by pop-net in Gonghu Bay, Lake Taihu

种类	数量(ind.)	比例(%)
日本沼虾(<i>Macrobrachium nipponense</i>)	909	9.46
细螯沼虾(<i>Macrobrachium superbum</i>)	11	0.11
锯齿新米虾中华亚种(<i>Neocaridina denticulata sinensis</i>)	1219	12.69
细足米虾(<i>Caridina nilotica gracilipes</i>)	1338	13.93
秀丽白虾(<i>Exopalaemon modestus</i>)	6127	63.79

2.2 虾类的空间分布

不同生境类型区虾类群落平均密度的分布由大到小依次是微齿眼子菜区、混合植被区、马来眼子菜区、沿岸带区和裸地区,平均密度依次为 37.5、23.3、18.0、10.0 和 1.0 ind./m²;虾类群落平均生物量的分布由大到小依次是微齿眼子菜区、马来眼子菜区、混合植被区、沿岸带区和裸地区. 微齿眼子菜区秀丽白虾的密度和生物量最高,显著高于其他虾类($P < 0.01$);锯齿新米虾中华亚种的密度和生物量显著高于日本沼虾和细足米虾,后两者密度差异显著,生物量相差不显著. 混合植被区中,也是秀丽白虾的密度和生物量显著高于其它三种虾,而其它三种虾的密度相差不显著($P > 0.05$),锯齿新米虾中华亚种的生物量最低. 马来眼子

菜区中,秀丽白虾密度显著高于其他三种虾类($P < 0.01$),而其它三种虾的密度相差不显著($P > 0.05$),生物量则是秀丽白虾与日本沼虾无显著差异,并且均显著高于锯齿新米虾中华亚种和细足米虾($P < 0.01$).沿岸带日本沼虾密度与生物量最高,与其它虾类差异显著($P < 0.01$),未采到锯齿新米虾中华亚种.裸地区秀丽白虾密度最高,生物量最高的是日本沼虾,未采到锯齿新米虾中华亚种(图1).

比较各种虾在不同生境的分布情况,日本沼虾主要分布在沿岸带,其次是马来眼子菜生境;秀丽白虾主要分布于微齿眼子菜生境、混合植被生境和马来眼子菜生境;锯齿新米虾中华亚种主要分布于微齿眼子菜生境;细足米虾各生境均相对较少.

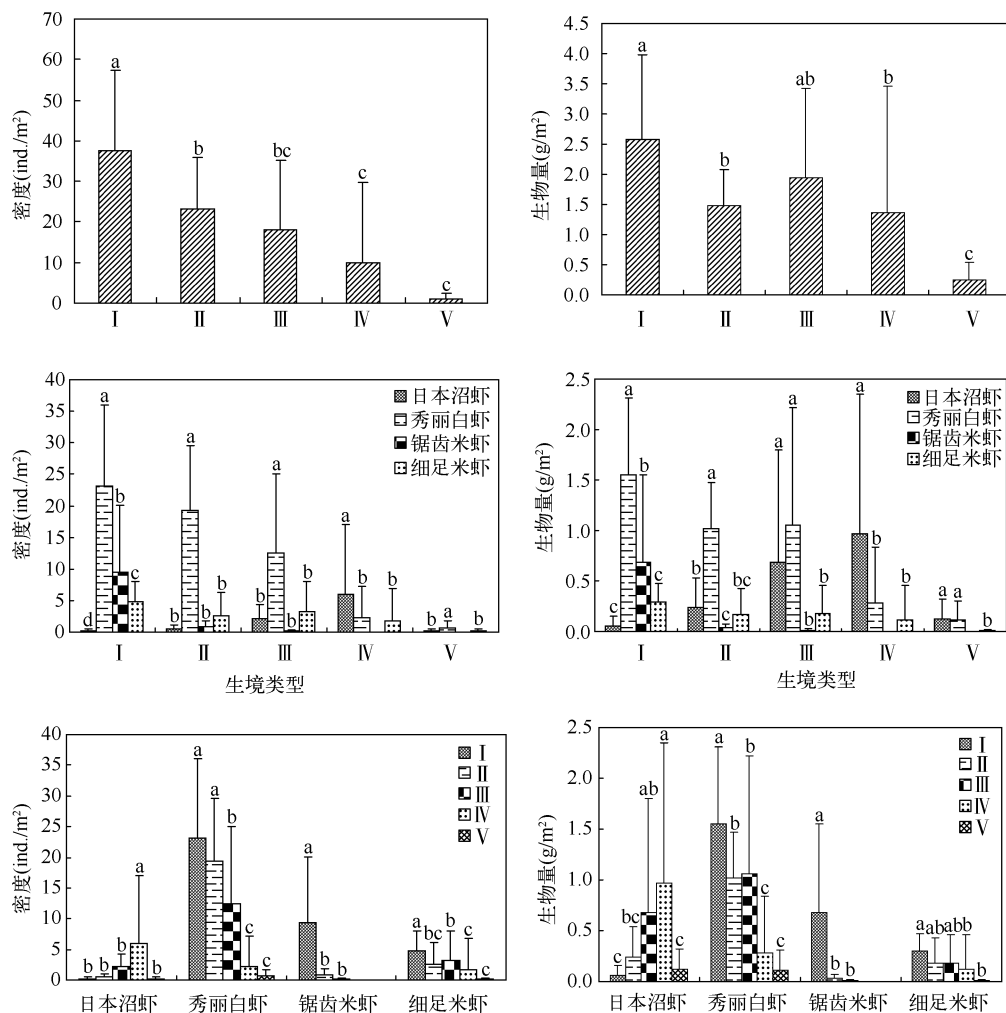


图1 不同生境虾类平均密度与平均生物量分布(不同字母标注表示有显著差异, $P < 0.05$;
I—微齿眼子菜区;II—混合植被区;III—马来眼子菜区;IV—沿岸少草区;V—裸地区)

Fig. 1 Average density and biomass of shrimps in different habitats

2.3 虾类的季节分布

把不同季节(4、7和10月分别代表春、夏和秋季)各种虾类总的平均密度和平均生物量进行比较,发现夏季的密度和生物量均最高,显著高于秋季($P < 0.05$),但与春季没有显著差异,春季的密度、生物量与秋季差异均不显著($P > 0.05$).

4月份秀丽白虾和锯齿新米虾中华亚种的密度和生物量较高,两者没有显著差异,均显著高于日本沼虾

和细足米虾,密度最低的是日本沼虾,但生物量最低的是细足米虾,日本沼虾与细足米虾之间密度、生物量没有显著差异($P>0.05$).7月份秀丽白虾密度与生物量均显著高于其他3种虾类($P<0.05$),日本沼虾与细足米虾密度、生物量差异不显著,锯齿新米虾中华亚种密度和生物量最低.10月份秀丽白虾密度和生物量最高,密度显著高于日本沼虾,但生物量差异不显著($P>0.05$),日本沼虾、锯齿新米虾中华亚种和细足米虾之间密度差异不显著($P>0.05$),但日本沼虾生物量显著高于锯齿新米虾中华亚种和细足米虾($P<0.05$).三个季节中,秀丽白虾的密度、生物量均最高.

日本沼虾密度和生物量7月份最高,其次是10月份,4月最低.秀丽白虾密度大小依次是7月>10月>4月,生物量大小顺序是7月>4月>10月.锯齿新米虾中华亚种密度和生物量均是4月显著高于7月和10月($P<0.05$).细足米虾密度和生物量均为7月高于4月和10月(图2).

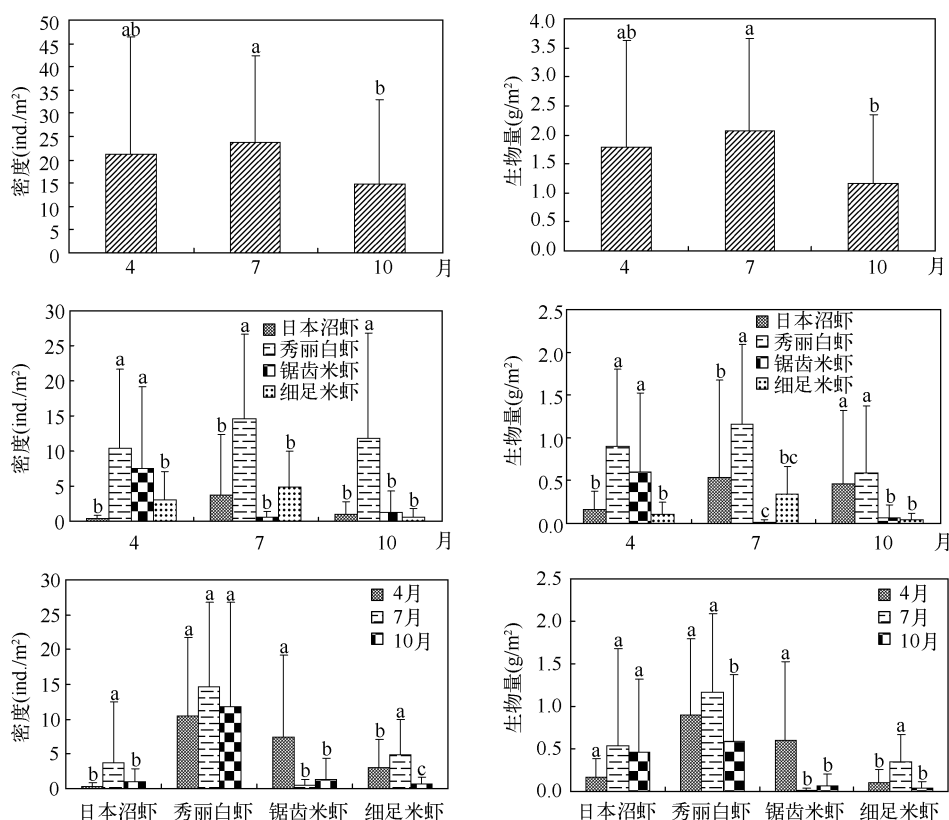


图2 不同季节虾类平均密度与平均生物量分布(不同字母标注表示有显著差异, $P<0.05$)

Fig.2 Seasonal variation of the average density and biomass of shrimps in Gonghu Bay, Lake Taihu

3 讨论

3.1 蹦网捕获虾类的效果分析

蹦网主要适用于研究中、下层活动能力较低的饵料鱼类^[14].使用蹦网采样时为了尽量减少对样方内鱼虾的干扰,需要静置2~3h后释放蹦网.因而采样比较耗时,采样效率低.对于水域面积大,气候变化频繁的湖泊不适用,比如太湖,夏季台风多,湖泊面积大,如中途遇台风采样风险较大.为此,作者根据蹦网的原理及虾类活动能力弱的特点,将蹦网进行适当改造,使网具在重力的作用下快速沉入水底,将鱼虾罩住.由于下降速度快,水深不超过2.5m,底纲2~3s就能沉到水底,效果较好,不仅能较好地捕捞虾类,连鲫、红鳍原鲈等鱼类都能捕到.改进后的蹦网操作灵活方便,省时省力.操作时注意配合,动作要轻缓,避免弄出敲击或

震动,最好让船漂移一定距离后再快速将网具放下,这样虾类就不会受惊扰外逃。

3.2 水生植物生境对虾类分布的影响

湖泊中虾类空间分布一般受底质、透明度、水深和水生植被等因素影响。在本研究中,虾类在不同的生境中分布密度有显著差异,而且不同的虾对生境的选择性不同,日本沼虾喜欢分布在沿岸带和马来眼子菜生境,秀丽白虾偏好微齿眼子菜、混合植被、马来眼子菜生境,锯齿新米虾中华亚种优先选择微齿眼子菜生境,细足米虾对生境的喜好性与秀丽白虾相同。虾类喜欢具有沉水植被的水域,这可能与其摄食和捕食压力有关。沉水植物上附有大量的藻类,且硅藻门和绿藻门的种类占绝对优势^[15]。对捕获的日本沼虾和秀丽白虾等虾的胃含物分析发现,胃含物中水生植物及其附着的藻类出现率较高,表明沉水植物可能为虾类提供了重要的食物源。此外,沉水植被为虾类逃避肉食性鱼类的捕食压力提供了有效的隐蔽场所。

致谢:张堂林先生对本文实验设计和数据处理提出了许多宝贵意见,野外采样中得到张大文的大力帮助,华中农业大学水产学院07届毕业生宋祖学、杨启立完成部分样品处理工作,在此致以衷心感谢!

4 参考文献

- [1] 孙建贻,张道源,谭德清等. 洪湖日本沼虾种群生长的研究. 湖泊科学, 1999, 11(2): 149-154.
- [2] 邹志清,张幼敏. 龙感湖的青虾资源与利用. 水利渔业, 1991, 8(2): 18-20.
- [3] 李长春,李 云,谢钦铭等. 鄱阳湖虾类资源最大持续产量及其开发利用的研究. 江西科学, 1990, 8(4): 28-33.
- [4] 朱清顺,苗玉霞. 江苏淡水虾类及其渔业. 动物学杂志, 1990, 25(3): 8-11.
- [5] 彭琼英. 滇池虾类. 水利渔业, 2002, 22(2): 33-34.
- [6] 吴清江. 长吻鮠种群生态学及其最大持续渔获量的研究. 水生生物学集刊, 1975, 5(3): 387-408.
- [7] 曹文宣,张国华,马 骏等. 洪湖鱼类资源小型化现象的初步探讨. 见:中国科学院水生生物研究所洪湖课题组编. 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究. 北京:海洋出版社, 1991: 148-152.
- [8] 谈奇坤,温耀群,董秀英等. 巢湖虾类资源现状及其利用意见. 淡水渔业, 1985, 47(3): 10-13.
- [9] 李长春,李云谢,钦 铭等. 鄱阳湖虾类资源最大持续产量及其开发利用的研究. 江西科学, 1990, 8(4): 28-33.
- [10] 秦海明,张堂林,李钟杰等. 扁担塘虾类群落组成、空间分布和生物量估算. 水生生物学报, 2005, 29(4): 379-384.
- [11] 秦海明,李钟杰,张堂林等. 大源湖虾类种类组成、时空分布及生物量估算. 曲阜师范大学学报, 2007, 33(2): 101-105.
- [12] 王兴民,陈书琴,金相灿等. 贡湖、梅梁湾沿岸浅水区观测场水生植物周年动态及影响因素研究. 环境科学研究, 2006, 12(3): 29-33.
- [13] Zippin C. An evaluation of the removal method of estimating animal population. *Biometrics*, 1956, 12: 163-169.
- [14] 蔡奕雄. 新米虾属的修订(甲壳亚门:十足目:匙指虾科). 动物分类学报, 1996, 21(2): 129-160.
- [15] 谢松光,崔奕波,李钟杰. 扁担塘小型鱼类的丰度与分布. 水生生物学报, 1996, 20(增刊): 178-185.