

洞庭湖鱼类群落结构和生物多样性分析

杨喜生, 齐增湘*, 李涛 (南华大学设计与艺术学院,湖南衡阳 421001)

摘要 [目的]对洞庭湖鱼类群落结构及生物多样性进行分析。[方法]通过对洞庭湖鱼类资源进行初步调查,并对洞庭湖鱼类情况、鱼类生物量情况、优势鱼类情况以及鱼类多样性情况进行了分析。[结果]洞庭湖各区域鱼类物种数量均相差不大,其生物量最多的是鲤鱼。洞庭湖优势种类比例依次为鲤科、鲩科、鳊科、鳊科。洞庭湖鱼类 Shannon - Wiener(H_1)指数的变化范围为 1.681~2.511,丰富度(R)指数的变化范围为 1.851~2.584,Pielou(J')指数的变化范围为 0.581~0.879。相关性分析表明,洞庭湖鱼类 Shannon - Wiener(H_1)指数与丰富度(R)指数、Shannon - Wiener(H_1)指数与 Pielou(J')指数均呈高度相关性。[结论]该研究结果可为洞庭湖的生态修复提供理论基础。

关键词 洞庭湖;鱼类;群落结构;生物多样性
中图分类号 S931.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)17-117-03

Analysis on Community Structure and Biodiversity of Fish in Dongting Lake

YANG Xi-sheng, QI Zeng-xiang*, LI Tao (College of Design and Art, University of South China, Hengyang, Hunan 421001)

Abstract [Objective] The aim was to analyze community structure and biodiversity of fish in Dongting Lake. [Method] Fish resources in Dongting Lake was investigated, fish species, fish biomass, dominant species and diversity were analyzed. [Result] The results showed that the number of fish species in all areas of Dongting Lake were not quite different, and the largest biomass was carp. The dominant fish species in Dongting Lake were Cyprinidae, Bagridae, Serranidae, Cobitidae. The variation range of the Shannon-Wiener (H_1) index of the Dongting Lake fish was between 1.681-2.511, the range of richness (R) index was between 1.851-2.584, and the variation range of Pielou (J') index was between 0.581-0.879. The correlation analysis showed that the Shannon-Wiener (H_1) index and richness (R) index, Shannon-Wiener (H_1) index and Pielou (J') index were all highly correlated. [Conclusion] The study can provide theoretical basis for ecological restoration of Dongting Lake.

Key words Dongting Lake; Fish; Community structure; Biodiversity

洞庭湖因其独特的地理环境和气候条件,适宜于大量的动植物生长及繁殖,生物资源非常丰富^[1-2]。然而,随着经济和社会的不断发展,人们过度注重其资源价值,而忽视其生态价值,注重当前利益,而忽视长久发展,洞庭湖生态系统被严重破坏,生物多样性也随之降低。此外,随着城市化和工业化的逐步推进,工业生产废水和城市生活污水排水量迅速增加,从而使洞庭湖鱼类受到严重威胁。近年来,洞庭湖鱼类群落结构及生物多样性引起了广泛的关注。彭平波等^[3-4]针对西洞庭湖鱼类资源进行了调研,分析了鱼类资源的分布特征和消减原因,并提出了相应的保护措施。刘良国等^[5]针对湖南境内沅水鱼类资源进行了调查,结果表明,在鱼类多样性方面,春、夏季明显高于秋、冬季;在生态类型方面,沅水鱼类以定居性、杂食性和底栖性为主;各江段渔获物组成存在一定差异。笔者对整个洞庭湖开展鱼类多样性调查,了解洞庭湖中鱼类多样性分布的特点及保护意义,旨在为洞庭湖的生态修复提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 调查地点 洞庭湖地处湖南省东北部,长江中游荆江段南岸,跨湖南、湖北 2 省,位于 111°53'~113°05'E,28°44'~29°35'N,是我国第二大淡水湖。洞庭湖南汇湘、资、沅、澧“四水”,北纳松滋河、虎渡河、藕池河三口分泄的长江洪水,东接泊罗江和新墙河水,江河来水进入洞庭湖后经湖泊调蓄,由城陵矶北注长江,可谓“四水三口二河,九水归一”,是

长江中下游的重要调蓄湖泊和生态平衡功能区。

洞庭湖湖体形状呈近似“U”形,最大水深 23.5 m,平均水深 6.39 m,湖长 143 km,最大湖宽 30 km,平均湖宽 17 km,湖泊总面积达 2 625 km²^[6]。洞庭湖区属于亚热带湿润季风气候区,具有四季分明,雨水充足,热量丰富。洞庭湖优良的气候和优越的地理位置,为重要的鱼类及水生生物栖息地和基因库^[7]。近年来,对洞庭湖鱼类资源调查研究也逐步丰富和全面^[8]。

根据初步现场调查以及对当地渔民的访问,按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》,同时依据采样点选择原则:选择主要经济鱼类索饵场、湖泊定居性的产卵场以及鱼类越冬场合鱼类洄游通道。结合上述原则,选择南岳坡(112°55'E,29°17'N)、君山后湖(113°08'E,29°27'N)、万子湖(112°31'E,28°50'N)、茅草街(112°15'E,29°02'N)。于 2015 年 2~12 月对洞庭湖鱼类资源进行调查。

1.2 调查方法 采用野外监测和实验室研究相结合的调查方法。野外监测主要是定期到洞庭湖实地取样以及走访当地渔民。实验室研究主要采用分类鉴定重要经济鱼类的体生和体长等方面的分析。

1.3 数据处理及分析方法 采用以下指数对洞庭湖鱼类群落结构以及生物多样性进行分析。

(1)Shannon - Wiener 指数(H_1)。Shannon - Wiener 指数(H_1)主要是基于物种数量反映鱼类群落种类多样性,其计算公式如下: $H_1 = - \sum [(\frac{N_i}{N}) \ln \frac{N_i}{N}]$ 。式中, N 为站点所有物种数量; N_i 为第 i 个物种数量。

(2)丰富度指数(R)。丰富度指数(R)主要是反映群落

基金项目 湖南省科技厅重点研发项目(2015SK20031)。
作者简介 杨喜生(1977-),男,湖南道县人,讲师,硕士,从事环境设计与景观规划工作。*通讯作者,副教授,博士,从事园林景观设计 with 生物多样性保护规划。
收稿日期 2016-04-23

物种丰富度,其计算公式如下: $R = (S - 1) / \ln N$ 。式中, S 为各取样站点取得的种类数; N 为各取样站点的鱼类尾数。

(3)优势度(IRI)。 IRI 指数主要是反映鱼类群落中某物种的优势度,其计算公式如下: $IRI = (N + W) F$ 。式中, N 为某一类鱼的尾数占总尾数的比例; W 为某一类鱼的重量占总重量的比例; F 为某一类鱼出现的站点数占总取样站点数的比例。

(4)Pielou 指数(J')。 J' 指数主要是反映群落均匀度,该值越大,越不均匀,其计算公式如下: $J' = \frac{H_1}{\ln S}$ 。式中, H_1 为物种多样性指数; S 为各站点鱼类种类数。

(5)相对多度(RD)。相对多度(RD)主要是反映某一鱼

种占群落的比例,其计算公式如下: $RD(\%) = \frac{N_i}{N} \times 100$ 。式中, N 为站点的所有物种数量; N_i 为第 i 个物种数量。

2 结果与分析

2.1 洞庭湖各目鱼类的种类分布 由表 1 可知,洞庭湖各区域鱼类物种数量均相差不大,南岳坡区域鱼类物种达 74 种,君山后湖鱼类物种达 77 种,万子湖鱼类物种达 79 种,毛草街鱼类物种达 71 种。在洞庭湖各区域鲤形目种类最多,南岳坡、岳山后湖、万子湖和毛草街鲤形目所占比例分别为 63.5%、64.9%、65.8%、67.6%。鲶形目次之,南岳坡、岳山后湖、万子湖和毛草街鲶形目所占比例分别为 16.2%、13.0%、13.9% 和 11.3%。

表 1 洞庭湖各目鱼类的种类分布
Table 1 The distribution of fish species of each order in Dongting Lake

地点 Site	鲤形目 Cypriniformes		鲶形目 Siluriformes		鲈形目 Perciformes		鲱形目 Clupeiformes		其他 Others	
	种类 Species	比例 Proportion//%	种类 Species	比例 Proportion//%	种类 Species	比例 Proportion//%	种类 Species	比例 Proportion//%	种类 Species	比例 Proportion//%
南岳坡 Nanyuepo	47	63.5	12	16.2	8	10.8	3	4.1	4	5.4
君山后湖 Junshanhou Lake	50	64.9	10	13.0	7	9.1	4	5.2	6	7.8
万子湖 Wanzi Lake	52	65.8	11	13.9	6	7.6	4	5.1	6	7.6
毛草街 Maocaojie	48	67.6	8	11.3	7	9.9	3	4.2	5	7.0

2.2 洞庭湖各种鱼类的生物量分析 此次调查发现洞庭湖鱼类主要由定居性鱼类鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、鲶鱼、蛇鮈和四大家鱼组成。由表 2 可知,洞庭湖各区域中各目鱼类生物量最多的是鲤鱼,南岳坡、岳山后湖、万子湖和毛草街其占比分别

为54.73%、30.32%、33.76% 和 43.77%。洞庭湖各个区域中鲫鱼、鳊鱼、鲶鱼和蛇鮈所占比例分别为 17.15%、29.20%、10.18% 和 6.24%。鲤鱼、鲫鱼和四大家鱼是洞庭湖中具有食用价值和经济价值的鱼类,也是洞庭湖的主要放流鱼种。

表 2 洞庭湖各种鱼类的生物量分析
Table 2 The biomass of fish in Dongting Lake

地点 Site	鲤鱼 Carp		鲫鱼 Crucian		鳊鱼 Bream		鲶鱼 Catfish		蛇鮈 Snake abalone		四大家鱼 Four major Chinese carps		其他 Others	
	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %	生物量 Biomass kg	比例 Proportion %
南岳坡 Nanyuepo	281.55	54.73	20.14	3.92	6.20	1.21	51.44	10.00	10.42	2.03	8.11	1.58	136.54	26.54
君山后湖 Junshanhou Lake	191.74	30.32	46.77	7.40	115.47	18.26	19.42	3.07	3.01	0.48	131.45	20.79	124.53	19.69
万子湖 Wanzi Lake	210.41	33.76	71.23	11.42	31.04	4.98	54.11	5.68	97.54	15.64	41.24	6.64	117.84	18.90
毛草街 Maocaojie	161.42	43.77	47.35	12.84	17.55	4.76	24.04	6.52	3.14	0.85	35.14	9.53	80.14	21.73

2.3 洞庭湖优势种类所占比例 从图 1 可以看出,洞庭

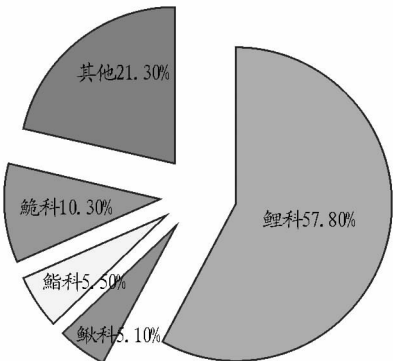


图 1 洞庭湖优势种类所占比例

湖优势种类比例从大到小排列依次为鲤科、鳊科、鲶科、鮠科,其所占比例分别为 57.8%、10.3%、5.5% 和 5.1%。

2.4 洞庭湖鱼类多样性情况 从表 3 可以看出,Shannon - Wiener 指数(H_1)的变化范围为 1.681 ~ 2.511,平均值为 2.081,其中最大值出现在 2 月,最小值出现在 11 月;丰富度指数(R)的变化范围为 1.851 ~ 2.584,平均值为 2.151,其中最大值出现在 2 月,最小值出现在 11 月;Pielou(J')指数的变化范围为 0.581 ~ 0.879,平均值为 0.753。

对洞庭湖鱼类的 Shannon - Wiener(H_1) 指数与丰富度(R)指数和 Pielou(J') 指数进行相关性分析,发现洞庭湖鱼类 H_1 指数与 R 指数呈一定的相关性,相关系数为 0.791。此外,洞庭湖鱼类 H_1 指数与 J' 指数也呈高度相关性,相关系数约为 0.887。

Fig.1 The proportion of dominant fish in Dongting Lake

表 3 洞庭湖鱼类的生物多样性分析

Table 3 Analysis of fish biodiversity in Dongting Lake			
调查时间 Investigation time	Shannon – Wiener 指数 Shannon – Wiener index H_1	丰富度指数 Rishness index (R)	Pielou 指数 Pielou index (J')
2015 – 02	2.511	2.584	0.879
2015 – 03	2.051	2.102	0.737
2015 – 04	2.014	2.094	0.745
2015 – 05	1.913	2.184	0.671
2015 – 06	2.201	2.241	0.791
2015 – 07	2.261	2.247	0.788
2015 – 08	2.109	2.109	0.747
2015 – 09	1.871	2.051	0.671
2015 – 10	2.178	2.137	0.849
2015 – 11	1.681	1.851	0.589
2015 – 12	2.101	2.064	0.811

3 结论

笔者采用野外监测和实验室研究相结合的调查方法对洞庭湖渔类资源进行调查,并对洞庭湖鱼种类情况、鱼类生物量情况、优势鱼类情况以及鱼类多样性情况等进行研究,得出以下结论:

(1)洞庭湖各区域鱼类物种数量均相差不大。各区域鲤形目种类最多,南岳坡、君山后湖、万子湖和毛草街鲤形目鱼

类所占比例分别为 63.5%、64.9%、65.8% 和 67.6%;鲶形目次之,南岳坡、君山后湖、万子湖和毛草街鲶形目鱼类所占比例分别为 16.2%、13.0%、13.9% 和 11.3%。

(2)洞庭湖优势种鱼类比例从大到小依次为:鲤科、鲃科、鮠科、鳊科、鳊科。

(3)生物多样性分析表明,洞庭湖鱼类 Shannon – Wiener 指数(H_1)的变化范围为 1.681 ~ 2.511,丰富度指数(R)的变化范围为 1.851 ~ 2.584, Pielou 指数(J')的变化范围为 0.581 ~ 0.879。同时,洞庭湖鱼类 H_1 与 R 和 H_1 与 J' 均呈高度相关性。

参考文献

[1] 曹文宣.长江鱼类资源的现状与保护对策[J]. 江西水产科技,2011,1 (2): 1 – 4.

[2] 熊学全,孙谦,刘敏.论湖泊水体生态保护与渔业可持续发展[J]. 现代农业科技,2009,2(9): 264 – 267.

[3] 彭平波,胡军华,何木盈.西洞庭湖鱼类资源调查与研究[J]. 岳阳职业技术学院学报,2012,27(2): 27 – 32.

[4] 彭平波,刘松林,胡慧建,等.洞庭湖鱼类资源动态监测与研究[J]. 湿地科学与管理 2008,4(4): 17 – 20.

[5] 刘良国,杨春英,杨品红.湖南境内沅水鱼类资源现状与多样性分析[J]. 海洋与湖沼,2013,44(1): 148 – 158.

[6] 黄金国.洞庭湖区湿地生物多样性保护及其可持续利用[J]. 重庆环境科学,2002,24(6): 18 – 20.

[7] 廖伏初,何望,黄向荣,等.洞庭湖渔业资源现状及其变化[J]. 水生生物学报,2002,26(6): 623 – 627.

[8] 窦鸿身,姜加虎.洞庭湖[M]. 北京:中国科学技术出版社,2000.

(上接第 33 页)

表 2 不同处理的杏鲍菇产量及产投比

Table 2 The yield and the ratio of output-input of *Pleurotus eryngii* under different treatments

处理 Treatment	产量 Yield g/袋	产值 Output value 元/袋	原料成本 Cost of raw material 元/袋	产投比 Ratio of output- input
①	310.0c	1.71	0.83	2.06
②	283.4bc	1.56	0.71	2.20
③	240.0b	1.32	0.58	2.28
④	143.3a	0.78	0.46	1.70

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。杏鲍菇 5.5 元/kg,棉籽壳 2.1 元/kg,麦麸 2.0 元/kg,棉柴 0.6 元/kg,石灰粉 0.8 元/kg,豆饼粉 2.7 元/kg,石膏粉 1.1 元/kg。

Note: Different lowercases indicated significant differences among treatments ($P < 0.05$). *Pleurotus eryngii* was 5.5 Yuan/kg; cottonseed hull was 2.1 Yuan/kg; wheat bran was 2.0 Yuan/kg; cotton stalk was 0.6 Yuan/kg; gesso was 0.8 Yuan/kg; bean powder was 2.7 Yuan/kg; and lime powder was 1.1 Yuan/kg.

生长速度最快,为 5.2 mm/d,较处理①快 6.1%,处理④菌丝生长速度最慢,为 4.3 mm/d;污染袋主要是因为装筐磨损造

成,4 个处理间污染率差异不显著。

2.2 不同处理对杏鲍菇鲜菇产量的影响 由表 2 可知,随着棉柴含量的增加,杏鲍菇产量呈下降趋势,处理①产量最高,达 310.0 g/袋。但是,随着棉柴的量增多,培养料成本下降,通过计算可知,处理③的产投比最高,达 2.28。

3 结论

该试验结果表明,以棉柴 40%、棉籽壳 40%、麦麸 15%、豆饼粉 3%、石膏粉 1%、石灰粉 1% 为配方的培养料处理菌丝生长速度最快、经济效益最高,产投比为 2.28。

参考文献

[1] 杨新美.食用菌研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:141 – 168.

[2] 赵斌清,杨敏,龚凤萍.五个杏鲍菇菌株的比较试验[J]. 中国农村小康科技,2005(9): 39 – 40.

[3] 李省印,常宗堂,张勇,等.杏鲍菇品种比较及栽培技术研究[J]. 食用菌,2005(3): 13.

[4] 刘宇,陈文良,林秀敏,等.杏鲍菇不同菌株对比试验[J]. 食用菌,2004 (3): 11 – 12.

[5] 王波,谢芝芳,姜邻,等.10 个杏鲍菇菌株生产性能评价[J]. 吉林农业大学学报,2005,27(4): 363 – 365,368.