

熊国勇. 鄱阳湖区湿地内湖鱼类资源初步调查[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(21): 186–190.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.21.048

鄱阳湖区湿地内湖鱼类资源初步调查

熊国勇

(南昌师范学院生物系/南昌市湿地生物资源保护与利用重点实验室, 江西南昌 330032)

摘要:对鄱阳湖南矶湿地若干内湖鱼类物种进行初步调查,共采集到 1 065 尾鱼类样品,隶属 4 目 8 科 25 属 29 种,主要以鲤科鱼类为主,优势物种为鲫、鲤和鲮。样品鱼类属 4 个地理区系,4 种生态类型。物种多样性指数分析显示,该湿地内湖鱼类多样性现状不佳。鱼类样品呈现规格小型化、低值化特征,与内湖滥捕酷鱼的渔业模式有关。最后讨论鄱阳湖湿地内湖渔业资源保护与可持续发展的措施。

关键词:鄱阳湖;鱼类资源;湿地;物种多样性

中图分类号: S932.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)21-0186-04

鄱阳湖位于江西省北部,是我国第一大淡水湖,它纳赣江、抚河、信江、饶河、修水五河来水,调蓄后经湖口汇入长江,是一个吞吐型的季节性过水湖泊,湖区湿地面积为 2 698 km²,约占全湖正常水位总面积的 82%^[1]。鄱阳湖具有相当复杂的淡水生物群落,鱼类资源丰富。鄱阳湖区当地老百姓根据鄱阳湖夏涨秋落的规律,在湖底低洼处筑壕沟、围矮堤,以便在当年 10 月至翌年 3 月退水的枯水期这些壕沟和矮堤围成依然蓄水的蝶形内湖,这样能截留更多的水和水产品(主要是鱼虾),这种渔业型式也称“蛰秋湖”模式^[2]。此方式对水位变化的依赖性很强,与鄱阳湖规律性的水位变化相适应。这种捕鱼方式对鄱阳湖鱼类资源和生态具有一定的负面影响,尤其是会影响江湖洄游性鱼类的繁殖^[3-4],也一度被认为是鄱阳湖渔业资源衰竭和鱼类个体小型化的原因之一^[5]。

鱼类是湿地生态系统的重要组成部分,其以湿地水生无脊椎动物、藻类、水草或其他鱼类为食^[6-8],并为湿地水鸟等动物提供食物^[9],是湿地生态系统重要的标志物种之一^[10-11]。为深入了解鄱阳湖湿地这些内湖鱼类物种资源特征,选取江西鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区境内内湖为样点进行调查,对其物种多样性及性状进行采集,分析样品渔获物的经济收益,为鄱阳湖湿地渔业资源管理、保护及其经济可持续发展提供第一手基础研究资料,目前尚未见对南矶湿地内湖鱼类研究的研究报道。

1 材料与方法

1.1 样点概况

江西鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区(地理区间为 116°10'24"~116°23'50"E,28°52'21"~29°06'46"N,以下简称“南矶湿地”)成立于 2008 年,是长江中下游流域内一个年轻

的国家级湿地自然保护区,也是鄱阳湖区面积最大的国家级自然保护区,保护区总面积为 3.3 万 hm²^[1,12]。据调查^[1],南矶湿地保护区境内共有 20 多个蝶形“蛰秋湖”内湖,主要集中在保护区南部南矶乡境内,是周边渔民主要的渔业生产地理单位,也是鄱阳湖区湿地典型的内湖,其鱼类种群资源状况有一定的代表性。

1.2 样品采集

采用野外实地调研和实验室研究与分析相结合的方法。野外实地调研于 2016 年 12 月至 2017 年 1 月期间到南矶湿地试验区境内的典型内湖(样点见图 1,三角位样点位置)调查取样。调查期内每个样点通过采集渔民湖区拖网捕捞、放水作业等渔业形式的渔获物随机采集 3 次样品,初步处理后带回实验室进行深入研究。所有样品整体鉴定,并进行数量、体长、体质量等可量可数性状的基础数据采集,数据精确至小数点后 2 位。

1.3 样品分类鉴定及属性判定

鱼类的分类鉴定,中文名和学名的确定是依据最新的鱼类分类学资料,主要参考《中国经济动物志——淡水鱼类》^[12]、《中国动物志——硬骨鱼纲 鲤形目》^[13-14]、《中国动物志——硬骨鱼纲 鲇形目》^[15]、《中国动物志——硬骨鱼纲 鲱形目》^[16]、《中国动物志——硬骨鱼纲 鲈形目》^[17]。鱼类地理区系及生态类型的确定主要参考相关文献中划分^[18-19]。

1.4 鱼类物种多样性分析

以鱼种的个体数占鱼类群聚的 10% 以上者定为优势种^[20]。鱼类的物种多样性评估主要采用 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数和 Simpson 优势度指数,多样性指数参考相关文献^[21]按以下公式计算:Shannon-Wiener 多样性指数(diversity index,简称 H'): $H' = -\sum (P_i \ln P_i)$; Pielou 均匀度指数(evenness index,简称 J'), $J' = H'/\ln S$; Simpson 优势度指数(dominance index,简称 D), $D = 1 - \sum (P_i)^2$ 。

式中: S 表示物种数;物种相对丰度 $P_i = n_i/N$, n_i 为种 i 的个体数, N 为样本的总个体。

收稿日期:2017-09-20

基金项目:江西省教育厅科技项目(编号:GJJ161240);江西省教育厅教学改革项目(编号:JXJG-13-23-6、JXJG-15-23-1);江西省南昌市重点实验室建设项目(编号:洪科条财字[2014]198号)。
作者简介:熊国勇(1979—),男,江西樟树人,硕士,副教授,从事鄱阳湖动物资源与保护研究。E-mail: xionggy@aliyun.com。

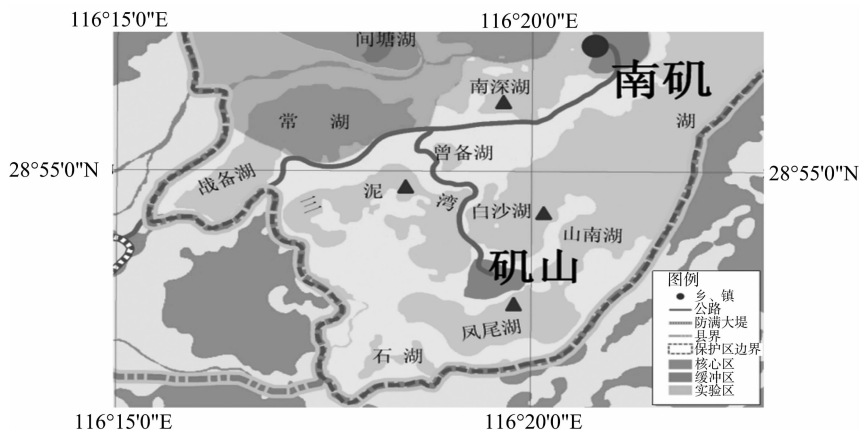


图1 采样点 (▲) 图示

1.5 鱼类样品收益分析

调查当地渔民渔获物交易行情,掌握其间各种类鱼的平均市场价格(元/kg),基于此对采集的不同类型鱼类样品进行当时交易市场价格下收益组成,了解鄱阳湖内湖渔业经济的现状。

2 结果与分析

2.1 样品组成及分析

本次调查采集的鱼类样品隶属于4目8科29种(表1),占鄱阳湖区现有鱼类物种数记录的21.64%^[22],累计个体1065尾,质量为40025.25g。其中,鲤科鱼类物种最多,总计21种,占鱼类物种总数的72.4%;鲢科、鳊科、鳙科、塘鳢科、鳊科、刺鳅科鱼类各1种,各占3.4%;鲴科鱼类2种,占6.9%。

鱼类物种个体数量组成比例显示,鲫鱼、鲤鱼和鳊3个物种数量较大,共计957尾,分别占总样品数的55.02%、12.02%、22.82%,均超过10%,是该区域的优势种。油鲢次之,占3.66%。此外,红鳍原鲌占0.75%,鳊、麦穗鱼、鲴和黄颡鱼各占0.56%，“四大家鱼”共0.47%，其他鱼类合占2.98%。

2.2 地理区系属性分析

经查询和分析,本次样品鱼类所属地理区系大致由如下4个复合体组成。

2.2.1 江河平原区系复合体 我国平原区系复合体在第三纪上新喜马拉雅山升高,我国平原河流的季风气候条件下形成的,样品鱼类有19种属该区系,约占种数的65.5%,主要代表种有青鱼、草鱼、鲢鱼、鳊鱼、鳙、花骨、鲃类、鳊、鲴和鳊鱼类等。

2.2.2 南方热带区系复合体 该区系是在第三纪始从印度平原迁移到我国来的。样品鱼中属该复合体鱼类4种,有黄颡鱼、沙塘鳢、乌鳢和中华刺鳅,占总数的13.8%。这类鱼大多不善游泳,因水中氧气不足,故许多种类形成了辅助呼吸器官。有些种类生有鳍棘如黄颡鱼,防止其他凶猛动物侵袭。

2.2.3 古代第三纪区系复合体 采集记录到古代第三纪区系复合体物种数为5种,都是一些常见种,分别为麦穗鱼、鲤鱼、鲫鱼、鲴鱼和鳊鱼,约占总数的17.2%。

2.2.4 海水区系复合体 海水区系复合体主要为一些洄游

性鱼类,也有少量海水鱼类。本次采集到1种刀鲚,约占总数的3.4%。

2.3 生态类型属性分析

根据鱼类生活史各个阶段洄游和栖息习性的水域环境条件的差异,样品鱼类所属生态类型大致可分为如下4种类型。

2.3.1 湖泊定居型鱼类 湖泊定居型鱼类的繁殖、生长和越冬等一般都在湖泊中进行,不做有规律的洄游活动。本次共采集到18种湖泊定居型鱼类,占种数62.1%。主要有鳊、鲤鱼、鲫鱼、红鳍原鲌、团头鲂、黄颡鱼、鳊鱼、乌鳢等。

2.3.2 江湖(河)洄游性鱼类 这类鱼的亲鱼在江河中产卵繁殖,卵顺水漂流发育,幼鱼会随着洪水进入沿江饵料丰富和生物丰富的附属水体中摄食生长发育。属于这类鱼的主要有属于“四大家鱼”的青鱼、草鱼、鲢鱼、鳊鱼和鳊、油鲢等,共计9种,占总种类的31.0%。

2.3.3 河海洄游性鱼类 在江河或湖泊中繁殖,到海洋中成长,或者在海洋中繁殖,到江湖中成长,这类鱼是有规律性地在河与海之间进行洄游活动。此次记录到此类型的鱼类只有刀鲚1种,占总数的3.5%。

2.3.4 山溪(河流)性鱼类 山溪(河流)性鱼类栖息于溪流中,只采集到的斑鳊这1种属于这个类型,占总数的3.5%。

2.4 鱼类物种多样性

由表2可知,Shannon - Wiener 多样性指数 $H' = 1.41$,据该指数等级评价标准^[23](表3),鱼样品所在内湖鱼类群落多样性处于一般状态;Pielou 均匀度指数作为衡量群聚中每种鱼的个体数分配均匀的程度,当数值为1时群聚的物种个体分布达到了最大均匀性。Pielou 均匀度指数 $J' = 0.42$,这表明此次调查的鱼类物种个体分布的均匀性中等偏下;Simpson 优势度指数反映各物种种群数量的分布情况,指数值越大表明群落内物种的数量分布越不均匀,优势种的地位越突出。Simpson 优势度指数 $D = 0.63$,表明该湿地内湖鱼类群落的是存在几个相对显著的优势种群(鲤鱼、鲫鱼、鳊等)。综合3个指数整体看来,样点的鱼类物种多样性现状不佳。

2.5 样品鱼的经济收益

调查统计显示(图2、图3),此次样品渔获物中收益贡献比重最高的是鲫鱼,高达29.53%,其次是鲤鱼,收益比重为18.12%;乌鳢的收益比重13.52%;湖区传统经济鱼类“四大家鱼”的全部收益贡献为11.14%;鳊属(鳊鱼和斑鳊)的市场

表 1 调查区域样品鱼类名录及属性

目名	科名	种名	区系从属				生态类型	占比 (%)	体长均值 (cm)	体质量均值 (g)
			江河平原	南方热带	古代第三纪	海水				
I 鲱形目 (Clupeiformes)	一、鳀科 (Engraulidae)	1. 刀鲚 (<i>Coilia ectenes</i>)				+	RM	0.19	18.60	12.50
II 鲤形目 (Cypriniformes)	二、鲤科 (Cyprinidae)	2. 青鱼 (<i>Mylopharyngodon piceus</i>)	+				MRL	0.09	31.32	580.00
		3. 草鱼 (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	+				MRL	0.09	30.95	670.00
		4. 赤眼鳟 (<i>Squaliobarbus curriculus</i>)	+				MRL	0.19	19.78	173.26
		5. 鳊鱼 (<i>Elopichthys bambusa</i>)	+				MRL	0.09	44.35	880.00
		6. 鲢鱼 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	+				MRL	0.19	36.95	902.50
		7. 鳙鱼 (<i>Aristichthys nobilis</i>)	+				MRL	0.09	46.02	2 180.01
		8. 鲮 (<i>Hemiculter leucisculus</i>)	+				LT	22.82	9.97	14.09
		9. 油鲮 (<i>H. bleekeri bleekeri warpachowsky</i>)	+				MRL	3.66	8.37	6.99
		10. 南方拟鲮 [<i>pseudohemiculter dispar (peters)</i>]	+				MRL	0.19	8.10	6.84
		11. 红鳍原鲮 (<i>Cultrichthys erythropterus</i>)	+				LT	0.75	17.89	94.30
		12. 翘嘴鲮 (<i>Culter alburnus</i>)	+				LT	0.09	28.30	330.00
		13. 蒙古鲮 (<i>Culter mongolicus</i>)	+				LT	0.19	18.58	79.98
		14. 鳊鱼 (<i>Parabramis pekinensis</i>)	+				MRL	0.56	14.07	133.50
		15. 团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>)	+				LT	0.28	13.80	56.10
		16. 三角鲂 [<i>M. terminalis (Richardson)</i>]	+				LT	0.09	16.10	76.89
		17. 花骨 (<i>Hemibarbus maculatus</i>)	+				LT	0.09	15.20	57.60
		18. 麦穗鱼 (<i>Pseudorasbora parva</i>)			+		LT	0.56	8.40	8.65
		19. 华鲮 (<i>Sarcocheilichthys sinensis</i>)	+				LT	0.47	10.10	21.97
		20. 棒花鱼 (<i>Abbottina rivularis</i>)	+				LT	0.19	7.00	4.50
		21. 鲤鱼 (<i>Cyprinus carpio</i>)			+		LT	12.02	15.28	102.86
		22. 鲫鱼 (<i>Carassius auratus</i>)			+		LT	55.02	9.99	41.69
III 鲇形目 (Siluriformes)	三、鲇科 (Siluridae)	23. 鲇鱼 (<i>Silurus asotus</i>)			+		LT	0.56	24.17	190.83
	四、鲿科 (Bagridae)	24. 黄颡鱼 (<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>)		+			LT	0.56	10.65	47.05
IV 鲈形目 (Perciformes)	五、鲈科 (Serranidae)	25. 鳊鱼 (<i>Siniperca chuatsi</i>)			+		LT	0.19	22.80	345.86
		26. 斑鳊 (<i>Siniperca scherzeri</i>)	+				RT	0.09	19.40	204.13
	六、塘鳢科 (Eleotridae)	27. 沙塘鳢 (<i>Odontobutis obscurus</i>)		+			LT	0.28	9.40	33.16
	七、鲢科 (Channidae)	28. 乌鲢 (<i>Channa argus</i>)		+			LT	0.28	33.50	838.30
	八、刺鲃科 (Mastacembelidae)	29. 中华刺鲃 (<i>Mastacembelus sinensis</i>)		+			LT	0.09	19.60	24.24

注:生态类型中 LT 表示湖泊定居型;MRL 表示江湖(河)洄游性;RM 表示河海洄游性;RT 表示山溪(河流)性。

表 2 样品鱼类物种多样性指数值

指标	数值
Shannon – Wiener 多样性指数	1.41
Pielou 均匀度指数	0.42
Simpson 优势度指数	0.63

价格最高,达 60 元/kg,收益比重为 9.63%;其他经济鱼类如鳊鲂类、黄颡鱼收益比重分别为 1.55%、1.26%。

样品中小型低值鱼类(鲮、油鲮、麦穗鱼和棒花鱼等)的市场价格不高(≤6元/kg),质量为2581.59 g,占总质量比

表 3 Shannon – Wiener 多样性指数等级评价标准^[23]

等级	阈值	等级描述
I	<0.6	差
II	0.6~1.5	一般
III	1.6~2.5	较好
IV	2.6~3.5	丰富
V	>3.5	非常丰富

例的 6.45%,收益比重仅有 2.77%。实地走访调查了解到的渔民处理销售渔获物的方式是:将鱼捕捞上岸后立即按种类、

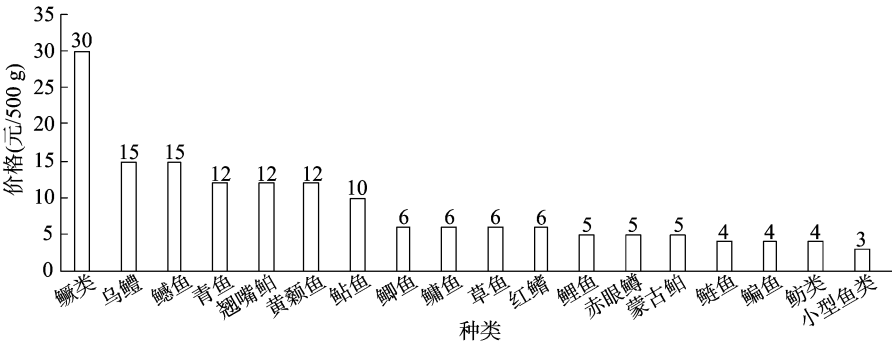


图2 鄱阳湖湿地内湖渔获物当季价格

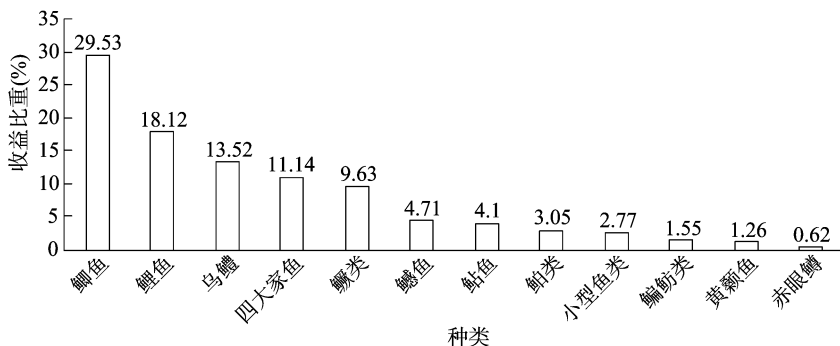


图3 样品鱼类收益比重排序

大小分拣开再销售。调查发现,捕捞上岸的渔获物,如个体很小,呈鱼苗状,不论种类全部按照小型低值鱼类交易。本研究统计是只按照种类分类,未考虑鱼类大小。因此,在实际的渔民收益组成中廉价的小型低值鱼类总质量占比会更高,而导致渔民们的总收益会更低。

3 结论与讨论

3.1 湿地内湖鱼类资源现状

南矶湿地内湖鱼类在物种和个体数量上主要以鲤科鱼类为主,地理区系多样,生态类型丰富。其中鲤鱼、鲫鱼无论是在数量上还是总质量上依然占据一定优势,同时也是湖区渔业产值贡献最高的 2 种经济鱼类。这与鄱阳湖“洪水一片,枯水一线”的水文特点有关系,枯水期时湖滩草洲的草得到了生长,洪水期湖草被淹,而鲤鱼、鲫鱼产下的鱼卵须要附着在这些湖草上,成为了鲤鱼、鲫鱼卵良好的附着基和幼鱼育肥场,因而促使鲤鱼、鲫鱼种群的繁衍生长,有学者因此专门建议在南矶湿地建立鲤鲫种质资源库^[24];小型鱼类,如鲢、麦穗、棒花等虽在数量上占据优势,但由于体型过小总质量占比并不大;本次调查中“四大家鱼”物种数量明显偏少,这种现象与其他文献报道结果^[22,25]一致,据分析与入湖的五大河流中的涉水工程影响下四大家鱼产卵场遭到破坏和变迁有关^[22]。

3.2 内湖渔业模式对鱼类资源的影响

总体来看,鱼类个体规格小型化、低值化现象严重。从样品数据来看,个体各鱼类物种的平均体长范围为 7.00 ~ 44.35 cm,总样品平均体质量仅为 37.58 g。主要的经济鱼类的小型化现象也明显,比如鲤鱼平均体长和体质量分别只有 15.28 cm 和 102.86 g;鲫鱼则更小,平均体长和体质量分别只有 9.99 cm 和 41.69 g;其他如红鳍原鲈的平均体长只有 17.89 cm,平均体质量只有 94.3 g。究其原因,与鄱阳湖内湖的“埕秋湖”渔业模式有很大关系。调查中也发现,湖区渔民、各内湖经营者为了获取最大利益,每年在枯水季节内湖持续放水,涸泽而渔,在其他水域也是高密度渔网滥捕,渔获物无论大小多少全部被内湖承包者或渔民收获。各类小型低龄渔获物也是作为保证其经济利益(收益贡献率 2.77%)的商品被低价(6 元/kg,甚至更低)卖到加工或者特种动物养殖企业。长期的滥捕酷渔必然导致鄱阳湖内湖鱼类种群个体规格衰退,进而导致低值化,最终影响着渔业经济的可持续发展。

3.3 保护湿地鱼类资源的措施

笔者认为,南矶湿地作为鄱阳湖流域重要鸟类保护为主的保护区域,同时也是重要的渔业湿地,鱼类也是重要的湿地

物种,须要在鸟类保护的同时一并考量。南矶湿地保护区曾经创造性地开展“点鸟奖湖”措施^[26-28],为抑制掠夺式渔业捕捞方式与冬季候鸟保护找到了共赢的新路子,效果显著,在相应的资金支持的情况下值得推广和坚持。与此同时加强湿地内湖鱼类生态、繁殖等多方位的基础研究,为科学地开展湿地内湖鱼类资源的保护积累第一手研究依据。

此外,基于目前鄱阳湖湿地内湖渔业发展与湿地物种保护持久矛盾的现实,在整个鄱阳湖区禁渔期的保护基础上开辟湿地鱼类生境保护区域、在非禁渔期限定捕捞规格、实施内湖渔业补贴等措施都值得尝试。

参考文献:

- [1] 黄金国,郭志永. 鄱阳湖湿地生物多样性及其保护对策[J]. 水土保持研究,2007,14(1):305-306,309.
- [2] 郭恢财,胡斌华,李 琴. 埕秋湖渔业模式对鄱阳湖南矶湿地越冬候鸟种群数量的影响和保育对策[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(1):46-52.
- [3] 齐述华,刘 影,于秀波,等. 埕秋湖对鄱阳湖越冬候鸟栖息地功能影响的辨析[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(增刊1):18-21.
- [4] 张 本. 鄱阳湖研究[M]. 上海:上海科学技术出版社,1988.
- [5] 胡茂林,吴志强,周辉明,等. 鄱阳湖南矶山自然保护区渔业特点及资源现状[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(5):561-564.
- [6] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [7] Boesch D F, Turner R E. Dependence of fishery species on saltmarshes: The role of food and refuge[J]. Estuaries and Asts, 1984,7(4):460-468.
- [8] Pusey B J, Arthington A H. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review[J]. Marine and Freshwater Research,2003,54(1):1-16.
- [9] Partircia R, Backwell Y, Patrick D. Prey availability and selective foraging in shorebirds[J]. Animal Behavior, 1998,55(6):1659-1667.
- [10] Seilheimer T S, Chow - Fraser P. Developing the wetland fish index: a method for assessing the quality of Great Lakes coastal wetlands[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,2006,63(2):354-366.
- [11] 黄 鹏,欧阳珊,阮禄章,等. 南矶山湿地自然保护区夏季鸟类群落生物多样性[J]. 南昌大学学报(理科版),2009,33(6):585-590.
- [12] 伍献文,杨干荣,乐佩琦,等. 中国经济动物志——淡水鱼类[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1979.

付琴琴,高云霓,董 静,等. 鲤池塘养殖中后期藻华动态与水环境特征[J]. 江苏农业科学,2018,46(21):190-195.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.21.049

鲤池塘养殖中后期藻华动态与水环境特征

付琴琴¹,高云霓¹,董 静¹,王 磊¹,宋冬莹¹,胡旖媚¹,陈婧婉¹,赵燕楠¹,聂万林²

(1. 河南师范大学水产学院/河南省水产动物养殖工程技术研究中心,河南新乡 453007;

2. 宜昌市农产品质量安全监督监测站,湖北宜昌 443000)

摘要:于2016年9—11月对比观测2个鲤养殖池塘藻华动态,并结合池塘藻类组成、水华营养因子分析水环境特征。结果显示,1[#]、2[#]池塘的藻华优势种整体为铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*),密度范围分别为 $1.03 \times 10^6 \sim 3.20 \times 10^6$ cells/mL, $0.72 \times 10^5 \sim 7.54 \times 10^5$ cells/mL,均值分别占各池塘藻类总量的88.15%、56.22%。1[#]池塘蓝藻一直占优势,而2[#]池塘在10月中下旬硅藻占据最大比重。2个池塘在pH值、温度、电导率、盐度、碱度、平均总氮浓度等水环境指标方面没有明显差异,而磷酸盐浓度等指标差异明显。营养因子与藻类CCA分析结果显示,养殖池塘秋季藻类动态主要与总氮(TN)、总磷(TP)、活性磷($PO_4 - P$)、氨态氮($NH_3 - N$)、硝态氮($NO_3 - N$)浓度相关,其中活性磷($PO_4 - P$)浓度是主要影响因子,有必要在养殖中后期从内源和外源进行调控。

关键词:养殖池塘;藻华;营养因子;水环境;典范对应分析(CCA)

中图分类号: S965.116 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)21-0190-06

池塘养殖是我国水产养殖的主要方式之一,2016年《中国渔业统计年鉴》显示,池塘养殖面积占我国淡水养殖总面积的43.94%,远高于水库、湖泊和河沟等其他养殖方式。然而,高密度、高投饵率和高换水率的传统养殖模式使得养殖水环境富营养化问题日益严重,藻华现象普遍,不仅严重影响渔

业产量和质量,制约水产养殖业的健康发展,还对人类健康构成威胁^[1]。因此,养殖水体营养过剩和藻华污染问题,已成为国内外学者广泛关注的重要课题之一。

目前,关于水华期间藻类群落结构变化的研究水体多为湖泊、水库等大型水体^[2-3],对养殖水体的研究并不多^[4]。养殖池塘水体相对于自然湖泊有水体面积较小、水体较浅、营养盐浓度较高等特点^[5],不仅能为水华暴发提供稳定的水体环境,而且相对于大型水体,还能够加快并放大浮游藻类群落结构与环境因子间的响应过程,对藻华水体的生态学研究具有重要意义^[6]。另外,浮游藻类生长周期短,对环境变化敏感,所以环境条件的变化能很快引起浮游藻类群落结构变化,因此适当缩短采样间隔可以更精确地反映养殖池塘水华期间藻类群落结构与环境因子的联系^[4,7-8]。

以2个鲤(*Cyprinus carpio*)养殖池塘为研究对象,对比观测养殖中后期藻华动态和水环境特征,结合养殖生态环境中

收稿日期:2017-07-17

基金项目:国家自然科学基金(编号:31500380);河南省重点科技攻关项目(编号:152102210289、15210231031);河南省高等学校重点科研项目(编号:15A240001);河南师范大学青年科学基金(编号:2014QK25);河南师范大学博士启动课题(编号:qd14179)。

作者简介:付琴琴(1992—),女,河南周口人,硕士研究生,主要从事渔业资源与环境相关研究。Tel: (0373) 3326556; E-mail: fqq18338692393@163.com。

通信作者:高云霓,博士,讲师,主要从事渔业资源与环境相关研究。E-mail: gaoyun@htu.cn。

[13]陈宜瑜. 中国动物志——硬骨鱼纲鲤形目(中)[M]. 北京:科学出版社,1998.

[14]乐佩琦. 中国动物志——硬骨鱼纲鲤形目(下)[M]. 北京:科学出版社,2000.

[15]褚新洛,郑葆珊,戴定远. 鲇形目[M]. 北京:科学出版社,1999.

[16]张世义. 鲢形目[M]. 北京:科学出版社,2001.

[17]伍汉霖,钟俊生. 鲈形目[M]. 北京:科学出版社,2008.

[18]刘信中,樊三宝,胡斌华. 江西南矶山湿地自然保护区综合科学考察[M]. 北京:中国林业出版社,2006:114.

[19]贺 刚,方春林,陈文静,等. 鄱阳湖通长江水道洄游鱼类及影响因素分析[J]. 江西水产科技,2014(2):39-41.

[20]郁尧山,张庆生,陈卫民,等. 浙江北部岛礁周围海域鱼类优势种及其种间关系的初步研究[J]. 水产学报,1986,10(2):137-149.

[21]马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: I. 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994(4):231-239.

[22]方春林,陈文静,周辉明,等. 鄱阳湖鱼类资源及其利用建议

[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):233-243.

[23]张宪中,胡海彦,曹晓东,等. 五里湖鱼类资源群落结构及生物多样性的时空分析[J]. 大连海洋大学学报,2010,25(4):314-319.

[24]胡茂林,吴志强,刘引兰,等. 在鄱阳湖南矶山自然保护区建立鲤、鲫种质资源库的可行性探讨[J]. 海洋湖沼通报,2009(1):129-134.

[25]张堂林,李钟杰. 鄱阳湖鱼类资源及渔业利用[J]. 湖泊科学,2007,19(4):434-444.

[26]汪凌峰,胡斌华,万 青,等. 鄱阳湖南矶湿地“点鸟奖湖”生态激励机制的实践与探讨[J]. 野生动物学报,2017,38(1):144-147.

[27]郭恢财,胡斌华,万 青,等. 点鸟奖湖—鄱阳湖南矶湿地保护区社区参与共管双赢模式的思考[J]. 林业经济,2016,38(10):69-73.

[28]王稀珍. 点鸟奖湖政策带来的和谐[N]. 中国财经报. 2015-10-15.