

文章编号: 1674-5566(2014)03-0403-08

淀山湖鱼类群落结构多样性的年际变化

韩 婵¹, 高春霞^{1,2}, 田思泉^{1,2}, 戴小杰^{1,2}

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 淀山湖是上海市内陆地水域最大的淡水湖泊, 主要的淡水渔业水域和水产品来源地, 也是重要的水生生物保护基地。为了评估增殖放流和生态环境变化对淀山湖鱼类群落结构变化的影响, 本研究以2010-2012年淀山湖的渔业调查资料为基础, 对该湖泊的鱼类优势种组成和多样性指数进行年际变化分析, 并应用丰度生物量曲线方法对该湖的鱼类群落状况进行分析。结果表明: 2010-2012年淀山湖鱼种类数基本稳定, 基本鱼种组成变化不显著, 优势鱼种组成趋势渐以小型鱼类为主; 群落结构多样性指数年间差异不显著($P > 0.05$); ABC曲线显示2010-2012这三年淀山湖群落数量优势度曲线均高于生物量的优势度曲线, 鱼类群落结构仍处于严重干扰状态。因此, 建议改善增殖放流鱼种和加强渔业管理, 以维持淀山湖鱼类群落的稳定。

研究亮点: 目前对淀山湖鱼类群落结构的研究多是对一年内鱼类群落结构进行研究, 没有不同年间鱼类资源及优势种变化的相关研究。本文对淀山湖不同年间鱼类群落结构和被外界干扰的情况进行比较分析, 为淀山湖渔业资源的进一步研究及养护和管理提供科学的建议。

关键词: 淀山湖; 群落结构; 优势种; 生物多样性; ABC曲线
中图分类号: Q16; S932.4
文献标志码: A

淀山湖是上海市最大的淡水湖泊, 位于上海、江苏、浙江的交界处, 由江苏昆山和上海青浦共同管辖。湖泊总面积为63.7 km², 上海市管辖面积达47.5 km², 湖泊最大水深为4.36 m, 平均水深2.5 m^[1]。淀山湖是上海重要的渔业生产水域及淡水水产品来源基地, 在保护水生生物多样性、丰富当地水产品市场、维持周边渔民社会稳定和提高渔民收入中发挥着重要作用^[2]。20世纪60年代开始, 由于水质污染(蓝藻水华频繁发生)和过度捕捞等原因, 淀山湖的鱼类资源不断下降, 1958年调查的鱼种为60属75种^[3], 1959、1974、1981-1982和1987-1989年的鱼种数分别为60属75种、47属61种、42属62种和34属45种^[4], 2005-2006年调查仅发现18属23种^[5], 鱼类种数明显减少, 鱼类群落结构变化显著, 个体小型化、低龄化的现象日趋严重^[4], 渔业产量也逐年下降。

目前, 关于淀山湖的研究主要涉及鱼类群落、浮游生物群落、底栖动物群落、水生植被资源以及水质状况等方面^[6-11], 而对鱼类群落的研究, 多是对一年内鱼类群落结构的生物多样性进行研究, 缺乏对不同年份间鱼类资源及优势种变化的研究, 鱼类群落结构变化是对人为影响及水域环境变化的响应, 其相关过程的演变不仅可能导致渔业功能的退化, 也会使湖泊生态系统失去自我调控的重要功能, 所以保持湖泊生态鱼类群落结构的合理性是湖泊管理与生态系统恢复的关键^[12]。自2005年来, 上海市渔政监督管理处一直在淀山湖实施增殖放流活动, 主要放流一些经济性和滤水性种类。为了评估增殖放流和生态环境变化可能导致淀山湖鱼类群落结构的变化, 本研究根据2010-2012年的调查数据, 从鱼类群落结构、优势鱼类组成及生物多样性等方面, 探讨淀山湖三年间的渔业资源变动情况, 旨

收稿日期: 2013-11-17 修回日期: 2014-02-16

基金项目: 上海市农委项目(YH201103)

作者简介: 韩 婵(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源评估和管理。E-mail: 254068941@qq.com

通信作者: 戴小杰, E-mail: xjdai@shou.edu.cn

在了解淀山湖的鱼类资源状况, 以为淀山湖的增殖放流以及渔业管理提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料来源和调查方法

依据先前的调查及淀山湖的水文条件和资源分布状况, 共设置 24 个站点(图 1), 于 2010 - 2012 年每月进行一次野外采样, 采样网具为拖网和刺网(表 1 和表 2), 调查船为当地渔民常用的渔船(长 6 m, 宽 2 m, 动力为柴油发动机, 功率为 12 匹马力)。渔获样本冷冻保存, 根据上海鱼类志^[13] 鉴定渔获种类, 测量各渔获物的体长、体重, 并记录相关数据, 体长采用卷尺测量, 精确度为

0.1 cm, 体重采用电子秤称量, 精确度为 0.1 g。

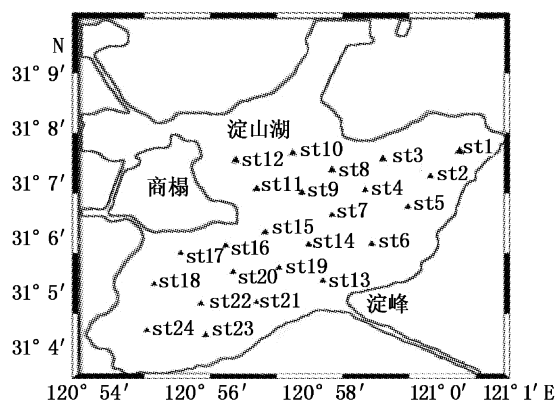


图 1 调查站点分布图

Fig. 1 The spatial distribution of sampling sites

表 1 淀山湖刺网网具规格

Tab. 1 Gillnet standard of Dianshan Lake

网具	网目尺寸/cm	网片长度/m	高度/m	片数	水中放置时间/min
刺网	2	10	1.5	10	90
	4	10	1.5	10	90
	6	10	1.5	10	90
	8	10	1.5	10	90
	10	10	1.5	10	90

表 2 淀山湖拖网网具规格

Tab. 2 Trawl net specification for survey in Dianshan Lake

网具	网目/cm	网口高/m	网口宽/m	网长/m	数量	拖拽时间/min
拖网	2	1.5	2.0	3	2(左右各 1 顶)	30

1.2 数据分析

1.2.1 生物多样性

根据淀山湖水域的生态特征、渔获物个体大小悬殊的特点, 采用 Simpson 优势度指数(λ)^[14-15]、Shannon-wiener 多样性指数(H')^[16]、Margalef 丰富度指数(D)^[17]和 Pielou 均匀度指数(J')^[18-20]研究鱼类群落多样性^[8-9]。

Shannon-wiener 多样性指数(H'), 该指数基于物种数量反映群落种类多样性:

$$H' = - \sum \left[\left(\frac{N_i}{N} \right) \ln \left(\frac{N_i}{N} \right) \right] \quad (1)$$

Margalef 丰富度指数(D), 反映群落物种丰富度:

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (2)$$

Simpson 优势度指数(λ), 反映群落均匀度, 值越大, 越不均匀:

$$\lambda = 1 - \sum P_i^2 \quad (3)$$

Pielou 均匀度指数(J'), 反映群落的均匀度:

$$J' = \frac{H' - H'_{\min}}{H'_{\max} - H'_{\min}} \quad (4)$$

其中 $H'_{\min} = \ln(N) - \left[\frac{(S - N) \ln(N - S + 1)}{S} \right]$,

$H'_{\max} = \ln(S)$

式中: S 为站点的种类数; N 为站点的所有物种的总尾数; N_i 为第 i 个物种的尾数; $P_i = N_i / N$ 。

多样性指数 H' 和均匀度指数 J' 均用生物量和个体数量两种方法计算。

1.2.2 优势种

相对重要性指数 (Index of Relative Importance, 简称 IRI)^[21] 综合了个体数、生物量和出现频率 3 个因素, 避免了因鱼类个体大小的差异而造成的单纯依据个体数或生物量判别优势种的误差^[22], 因此本研究选择 IRI 对群落优势种进行区分:

$$I_{RI} = (N\% + W\%) \times F\% \quad (5)$$

式中: I_{RI} 为相对重要性指数; $N\%$ 为第*i*鱼种的尾数占总尾数的百分比; $W\%$ 为第*i*鱼种的质量占总质量的百分比; $F\%$ 为某一渔获种类在总调查站位出现的百分比。

本文将 $IRI \geq 500$ 的物种定为优势种, $100 \leq IRI < 500$ 的物种定为常见种, $10 \leq IRI < 100$ 的物种定为一般种, $IRI < 10$ 的物种定为少见种^[23-24]。

1.2.3 丰度生物量比较曲线

丰度生物量比较曲线(abundance biomass comparison curve, ABC 曲线)是在同一坐标系中比较生物量优势度曲线和数量优势度曲线,通过两条曲线的分布情况分析群落处于不同干扰状况下的特征^[25]。群落在未受到干扰(稳定)的状态下,其主要以生长慢、性成熟晚的大个体种类为主,生物量优势度曲线位于数据优势度曲线之上;随着干扰的增加,生长慢、性成熟晚的大个体种类的生物量(或数量)逐渐减少,生长快、个体小的种类的生物量(或数量)则逐渐增加;当处于中等干扰(或不稳定)的状态时,两条曲线将相交;当群落逐渐变为由生长快、个体小的种类为主,此时生物量的优势度曲线在数量优势度曲线之下,则表明群落处于严重干扰的(不稳定的)状态^[26-28]。

用 W 统计量(W -statistic)作为 ABC 曲线方法的一个统计量^[28]:

$$W = \sum_{i=1}^s \frac{B_i - A_i}{50(S-1)} \quad (6)$$

式中: B_i 和 A_i 为 ABC 曲线中种类序号对应的生物量和数量的累积百分比, S 为出现物种数。当生物量优势曲线在数量优势度曲线之上时, W 为正,反之 W 为负。

数据的统计分析采用 Excel 2007、Prime 5.0 和 SPSS 17.0 软件完成。

2 结果与分析

2.1 鱼种类组成的年变化

2010-2012 年在淀山湖共采集鱼类 39 种,隶属 14 科 33 属,以鲤科鱼类为主。2010 年记录鱼类 30 种,隶属 11 科 26 属,优势鱼种为斑条鲮(*Acheilognathus taenianalis*, IRI: 4 575)、刀鲚(*Coilia nasus*, IRI: 1 309)、白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*, IRI: 1 035)、鲫(*Carassius auratus*, IRI:

604)和鲤(*Cyprinus carpio*, IRI: 522);2011 年采集到鱼类 34 种,隶属 12 科 30 属,优势鱼种为斑条鲮(IRI: 4 351)、刀鲚(IRI: 2 912)、白鲢(IRI: 628)、鲫(IRI: 1 303)、细鳞斜颌鲴(*Xenocypris microlepis*, IRI: 2 778)、子陵吻鰕虎鱼(*Rhinogobius giurinus*, IRI: 2 495)、光泽黄颡鱼(*Pelteobagrus nitidus*, IRI: 977);2012 年采集到鱼类 33 种,隶属 11 科 28 属,优势鱼种为斑条鲮(IRI: 4 093)、刀鲚(IRI: 2 312)、白鲢(IRI: 2 014)、鲫(IRI: 2 351)、鲤(IRI: 524)、细鳞斜颌鲴(IRI: 3 153)、光泽黄颡鱼(IRI: 1 038)、红鳍鲌(*Culter erythropterus*, IRI: 1 401)和鳙(*Aristichthys nobilis*, IRI: 723, 表 3)。

2010-2012 年淀山湖渔获种类数相对稳定,均以鲤科鱼类为主。2012 年的鱼类相对其他年份,增加的鱼种是稀有物种似鳊(*Pseudobrama simoni*)和圆尾斗鱼(*Macropodus ocellatus*),2010 年的稀有种赤眼鳟(*Squaliobarbus curriculus*)和长蛇鮈(*Saurogobio dumerili*)在 2011 和 2012 未捕捞到(表 3)。

2.2 鱼类优势鱼种组成

2010-2012 年三年间优势鱼种组成变化差异显著,除斑条鲮、刀鲚、白鲢和鲫三年均是优势鱼种外,其余优势鱼类在三年间存在一定的波动性,但除鲤以外,其他鱼种的波动性不显著,仍是淀山湖的主要鱼种。2010 年丰度最高的鱼种为斑条鲮,其次为刀鲚,而 2011 和 2012 年丰度最高的鱼种均为斑条鲮。调查中,小型鱼类居多,而大型鱼种数量较小,小型“土著”鱼类在淀山湖中占据主导地位。白鲢、鳙、鲫作为经济鱼种,是淀山湖增殖放流的主要鱼种,也是渔民的主要捕捞对象,三年间资源量呈上升趋势(表 4)。

2.3 鱼类生物多样性指数的年变化

淀山湖鱼类群落的丰富度指数(D)和均匀度指数(J')变化不大。2010-2012 年丰富度指数的变动范围为 3.336~4.076。多样性指数(H')和均匀度指数(J')均用生物量和个体数量两种方法计算,基于个体数量的均匀度指数($J'n$)和基于生物量的均匀度指数($J'w$)变动范围分别为 0.515 1~0.610 8 和 0.648 7~0.690 7,平均值分别为 0.551 6、0.671 8;基于个体数量的多样性指数($H'n$)、基于生物量的多样性指数($H'w$)变动幅度分别为 1.752~2.117、2.206~2.511,平均值分别为 1.944 3、2.370 3,其中,基于个体数

量的多样性指数 $J'n$ 、 $H'n$ 均小于基于生物量的多样性指数 $H'n$ 、 $H'w$ (图 2)。对三年的鱼类生物多样性指数进行单因子方差分析, 差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 淀山湖鱼种类组成

Tab. 3 Fish species composition in Dianshan Lake from 2010 to 2012

科	种类	2010	2011	2012
鳗鲡科 Anguillidae	日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	-	+	-
鲢科 Engraulidae	刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	+	+	+
胭脂鱼科 Catostomidae	胭脂鱼 <i>Myxocyprinus asiaticus</i>	-	+	-
鲤科 Cyprinidae	蛇鮠 <i>Saurogobio dabryi</i>	-	+	-
	长蛇鮠 <i>Saurogobio dumerili</i>	+	-	-
	似刺鳊鮠 <i>Paracanthobrama guichenoti</i>	-	+	+
	银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	+	-	+
	似鲚 <i>Toxabramis wwinhoni</i>	-	+	+
雅罗鱼亚科 Leuciscinae	赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	+	-	-
鮠亚科 Culterinae	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	+	+	+
鮠亚科 Culterinae	油鲮 <i>Hemiculter bleekeri bleekeri</i>	+	+	+
鮠亚科 Culterinae	红鳍鮠 <i>Culter erythropterus</i>	+	+	+
鮠亚科 Culterinae	翘嘴鮠 <i>Culter alburnus</i>	+	+	+
鮠亚科 Culterinae	蒙古鮠 <i>Erythroculter mongolicus</i>	+	+	+
鮠亚科 Culterinae	鳊鱼 <i>Parabramis pekinensis</i>	+	+	+
鲴亚科 Xenocyprinae	银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>	-	+	+
鲴亚科 Xenocyprinae	细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i>	+	+	+
鲴亚科 Xenocyprinae	似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	-	-	+
鲢亚科 Hypophthalmichthyi	鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	+	+	+
鲢亚科 Hypophthalmichthyi	白鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	+
鲮亚科 Acheilognathinae	斑条鲮 <i>Acheilognathus taenianalis</i>	+	+	+
鮠亚科 Gobioninae	花鮠 <i>Hemibarbus maculatus</i>	+	+	+
鮠亚科 Gobioninae	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+
鮠亚科 Gobioninae	华鲮 <i>Sarcocheilichthys sinensis</i>	-	+	+
鮠亚科 Gobioninae	黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	+	+	+
鮠亚科 Gobioninae	棒花鱼 <i>Gobio gobio rivuloides</i>	+	+	+
鲤亚科 Cyprininae	鲤 <i>Carassius auratus</i>	+	+	+
鲤亚科 Cyprininae	鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>	+	+	+
鳅科 Cobitidae				
花鳅亚科 Cobitinae	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	+	+
花鳅亚科 Cobitinae	大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>	+	+	-
	中华花鳅 <i>Cobitis sinensis</i>	-	+	-
鲮科 Bagridae	光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	+	+	+
	黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	+	+
鲇科 Siluridae	鲇鱼 <i>Silurus asotus</i>	-	+	+
银鱼科 Salangidae				
新银鱼亚科 Neosalanginae	太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i>	+	+	+
鱖科 Hemiramphidae	鱖鱼 <i>Hemiramphus sajori</i>	+	+	+
鲈科 Serranidae				
常鲈亚科 Oligorinae	中国花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	+	+	+
鳊亚科 Sinipercainae	鳊鱼 <i>Siniperca chuatsi</i>	-	+	-
沙塘鳢科 Odontobutidae	河川沙塘鳢 <i>Odontobutis potamophila</i>	+	+	-
鰕虎鱼科 Gobiidae	子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	+	+	+
近盲鰕虎鱼亚科 Amblyopinae	红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	-	+	-
近盲鰕虎鱼亚科 Amblyopinae	须鰕虎鱼 <i>Taenioides cirratus</i>	+	+	+
斗鱼科 Belontiidae	圆尾斗鱼 <i>Macropodus chinensis</i>	-	-	+
鱧科 Channidae	乌鱧 <i>Channa argus</i>	-	+	-
舌鳎科 Cynoglossidae	窄体舌鳎 <i>Cynoglossus gracilis</i>	-	+	-

注: + 表示出现; - 表示未出现。

表 4 淀山湖的鱼类优势种组成

Tab. 4 Composition of the dominant species in Dianshan Lake

鱼种	2010 年			2011 年			2012 年		
	N/%	W/%	IRI	N/%	W/%	IRI	N/%	W/%	IRI
斑条鲮	36.14%	9.60%	4 575	29.11%	14.40%	4 351	30.27%	10.65%	4 093
刀鲚	32.34%	6.92%	1 309	20.15%	8.97%	2 912	17.74%	5.38%	2 312
白鲢	1.31%	29.75%	1 035	0.24%	18.61%	628	0.31%	19.83%	2 014
鲫	4.45%	13.66%	604	2.50%	10.54%	1 303	7.81%	15.70%	2 351
鲤	0.28%	8.66%	522	0.08%	2.75%	94	0.36%	4.88%	524
红鳍鲌	3.44%	9.84%	443	1.29%	3.48%	457	8.06%	5.95%	1 401
鳊	0.40%	11.31%	341	0.11%	8.76%	259	0.15%	9.49%	723
子陵吻鰕虎鱼	9.50%	0.40%	330	21.05%	3.89%	2 495	3.68%	0.52%	420
细鳞斜颌鲴	3.78%	1.42%	282	13.10%	14.68%	2 778	16.38%	15.15%	3 153
光泽黄颡鱼	2.04%	0.20%	112	5.63%	4.14%	977	5.95%	4.42%	1 038

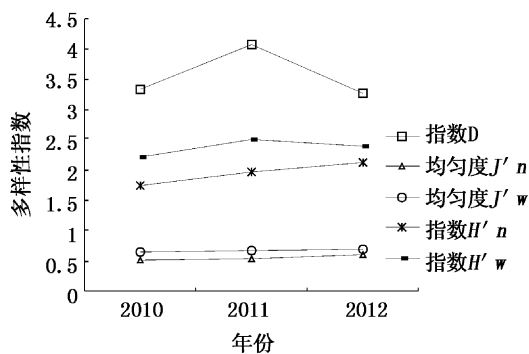


图 2 淀山湖鱼类群落多样性指数的年变化

Fig. 2 Annual variation of Diversity Indices of the fish community in Dianshan Lake

2.4 ABC 曲线分析

2010-2012 年淀山湖鱼类的 ABC 曲线变化差异不明显,生物量曲线均位于丰度曲线的下方。2010 年生物量曲线起点较 2011 年和 2012 年高,表明 2010 年的优势度甚于 2011 和 2012 年(图 3)。

3 讨论

3.1 淀山湖鱼类群落组成变化

2010-2012 年淀山湖鱼种类数相对较稳定,基本的鱼种组成也相似,均以小型土著鱼类为主。淀山湖中的经济鱼种鲢鳙为放流鱼种,2010-2012 年上海渔政监督管理处放流鲢鳙数量分别为 3 万公斤、2.5 万公斤和 3 万公斤,每千克基本均在 20 尾以下,三年内放流的鲢鳙数基本保持一致;且上海渔政监督管理处也向淀山湖放流了鲤和鲫,2010-2012 放流鲤的数目均为 1 万尾,每千克基本均在 20 尾以下;鲫的数目分别

为 3 千尾、1 万尾和 1 万尾,每千克基本均在 30 尾以下,可见 2010-2012 年这三年上海市在淀山湖增殖放流的种类和数量基本一致,因此本文忽略因增殖放流的数量对数据分析产生的影响。淀山湖三年内优势鱼种基本稳定,个别优势鱼种出现了波动,鲤的 IRI 波动较大,经济鱼种的 IRI 值呈现上升趋势。生态系统在未受到较为严重的外来干扰的情况下,短期内优势鱼种基本不会发生演替^[29],本文中优势鱼种 IRI 值波动较大,一方面可能是由采样的偶然性所致,另一方面是因为群落结构的不稳定性导致鱼类的波动性,淀山湖主要的优势鱼类仍是以小型鱼类为主,大型的经济鱼种主要为增殖放流鱼种,增殖放流对群落结构的稳定性不可避免会产生一定的干扰,且渔民对经济鱼种的利益追求势必会导致捕捞强度的增大,也会影响渔业结构的稳定性。

2012 年调查结果与历史^[3-4]相比,淀山湖鱼种类数从 1958 年的 75 种降低到 31 种,减少的鱼类主要是一些优质稀有鱼类和江河洄游性鱼类,如暗纹东方鲀 (*Takifugu obscurus*)、河鳗 (*Anguilla japonica*)、鳗鲡 (*Anguilla japonica*)、鲮 (*Mugil cephalus*) 和鳊鱼 (*Elopichthys bambusa*) 等,主要原因可能是水环境污染的加剧、过度捕捞和水华的发生,严重破坏了淀山湖生态系统的结构和功能,使这些鱼类的繁殖群体锐减,但从 2004 年淀山湖开始开展增殖放流活动后,渔业资源已得到了较好的控制,与 2006 年孙菁煜等调查相比,鱼种类数明显增加,可能增殖放流一定程度上养护了淀山湖的鱼类资源,减缓了淀山湖水生生态环境的破坏^[30-31]。历史资料^[6]显示,20 世纪 50 年代淀山湖主要以鲈、翘嘴鲌、蒙古红鲌等优质鱼

种为主,而如今个体较小的斑条鲮、刀鲚在鱼类资源中占较高的比重,个体较大的白鲢、鳙、花鲢等经济鱼种数量相对偏少,表明淀山湖优势种组

成出现以小型鱼类为主的趋势,渔业结构呈现不规则性,需加强淀山湖增殖放流品种的调节,严格控制捕捞强度。

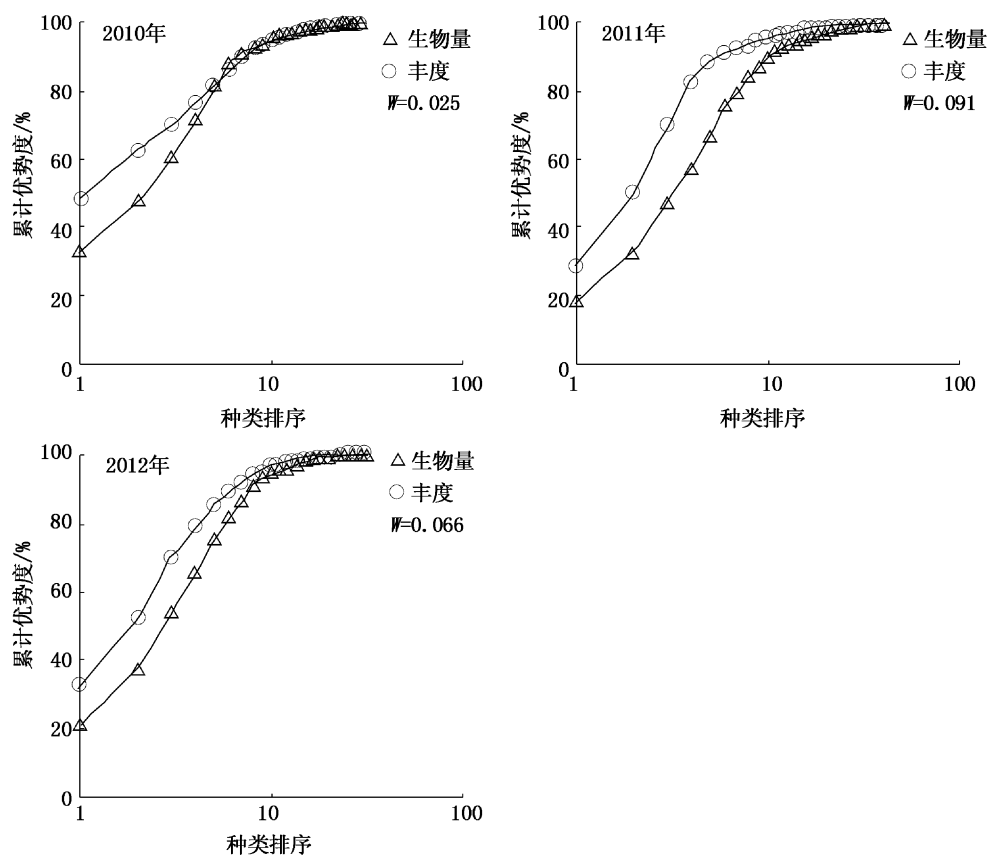


图3 淀山湖鱼类 ABC 曲线
Fig.3 Plot ABC of Diashan Lake

ABC 曲线反映的是鱼类群落中大型和小型种类及个体大小的组成变化^[18]。一般认为正常稳定的群落,生物量曲线始终位于丰度曲线上方,丰富度比生物量具有更高的多样性,一旦两条曲线相互交叉或重叠,说明群落受到人为因素(捕捞)的干扰,稳定性下降^[26]。2010-2012 年淀山湖的生物量曲线均位于丰度曲线下方,表明群落整体受到较大程度的干扰^[32-33],主要与淀山湖鱼类群落各种类的补充、生长等内在因素及人为因素如农业污染^[34]、生活污染^[34]、过度捕捞^[6,35]和航道整治(挖沙)^[36]有关,面对这种情况,建议加强保护鱼类群落中的幼鱼,尤其是主要捕捞种类的幼鱼,并加强淀山湖水生生态环境的保护。

3.2 多样性指数变化

多样性指数能够反映群落结构稳定性,从种群和种群个体数的均匀性两方面衡量群落结构^[37]。群落物种越丰富,各种类个体数分布越均匀,多样性指数越高,均匀性指数越高^[29]。2010-2012 年淀山湖鱼种群落基于个体数量的多样性指数和均匀度指数均小于基于生物量的多样性指数和均匀度指数,这与陈国宝等^[23]的研究一致,究其原因,主要是淀山湖鱼类群落中以小型鱼类为主导。通常情况下,生命周期长、繁殖力较低的大个体鱼类受捕捞的影响明显大于小个体鱼类,因此在高捕捞强度的影响下,大个体鱼类会持续减少,从而导致渔获物的组成向个体较小、经济价值不高的鱼类转变^[38-39],这种影响

又通过一些生态学过程进一步放大,最终导致鱼类群落结构发生变化^[40]。

3.3 淀山湖渔业资源管理建议

淀山湖是上海最大的天然淡水湖泊,其水质、水量状况对上海市饮用水水源安全具有重要作用^[41],其渔业功能在丰富当地水产品市场、维持周边社会稳定和提高渔民收入中发挥着重要作用。生物多样性是人类赖以生存的基础^[42],而近 50 年淀山湖的生物多样性不断减少,野生鱼产量持续下降,水质不断恶化^[43],2000 - 2003 年淀山湖整体评价为Ⅲ - V类,近年保持在劣于 V类,氨氮、高锰酸盐指数、溶解氧等指标超标^[44],水体富营养化日益严重,这些都严重威胁着淀山湖周边渔民和上海市民的生活。渔业资源的开发及水域环境的保护必须结合相应的管理措施,才能保证其渔业和环境的可持续发展,为了更好地养护和利用淀山湖的渔业资源,建议对渔民的拖网作业加大管理力度,延长禁渔期,对特定种类的产卵期进行保护;控制周边居民和工厂污水的排放,有效改善淀山湖的生态环境;加大增殖放流的强度和力度,由于以小型鱼类为主的趋势明显,针对增殖放流的幼鱼存活率低的情况,应着重投放一些经济种类的亲本。

参考文献:

- [1] 由文辉. 淀山湖着生藻类群落结构与数理特征[J]. 环境科学,1999,20(5):59-62.
- [2] 阮仁良,王云. 淀湖水环境水质评价及污染防治研究[J]. 湖泊科学,1993,5(2):153-158.
- [3] 肖舜鹿,张林云. 淀山湖渔业沿革与展望[J]. 上海渔业经济,1998(2):29-45.
- [4] 宋永昌. 淀山湖富营养化及其研究[M]. 上海:华东师范大学出版社,1992.
- [5] 刘其根,沈建忠,陈马康,等. 天然经济鱼类小型化问题的研究进展[J]. 上海水产大学学报,2005,14(1):79-83.
- [6] 孙菁煜,戴小杰. 淀山湖鱼类多样性分析[J]. 上海水产大学学报,2007,16(5):454-459.
- [7] 陶洁,戴小杰,田思泉,等. 淀山湖野生鱼类群落多样性与生长特性研究[J]. 湖南农业科学,2011(7):137-141.
- [8] 陶洁. 淀山湖小型鱼类群落结构及优势种的生物学研究[D]. 上海:上海海洋大学,2012:1-41.
- [9] 王丽卿,施荣,季高华,等. 淀山湖浮游植物群落特征及其演替规律[J]. 生物多样性,2011,19(1):48-56.
- [10] 张世海,张瑞雷,王丽卿,等. 上海市淀山湖底栖动物群落结构及水质评价[J]. 四川动物,2010,29(3):452-458.
- [11] 由文辉. 淀湖水生植被资源及其利用[J]. 植物资源与环境,1994,3(1):47-51.
- [12] SCHEFFER M, CARPENTER S, FOLEYJ A, et al. Catastrophic shifts in ecosystems[J]. Nature, 2001, 413: 591-596.
- [13] 中国水产科学研究院东海水产研究所,上海市水产研究所. 上海鱼类志[M]. 上海:科学技术出版社,1990:402.
- [14] MAGURRAN A E. Ecological diversity and its measurement [M]. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- [15] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994.
- [16] KREBS C J. Ecological Methodology [M]. New York: Harper Collins Publishers, 1989.
- [17] MARGALEF D R. Information theory in ecology[J]. General System Yearbook, 1958, 3: 36-71.
- [18] BLANCHARD F, LELOC' H F, HILY C, et al. Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France[J]. Marine Ecology Progress Series,2004, 280: 249-260.
- [19] PINKAS E C. Ecological diversity[M]. New York: Wiley, 1975:46-49.
- [20] PIELOU E C. The use of information theory in the study of ecological succession [J]. Journal of Theoretical Biology, 1966, 10: 370-383.
- [21] PINKAS L, OLIPHANT M S, LVERSON I. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. California Department of Fish and Game, Fish Bull, 1971 (152): 1-105.
- [22] 刘春池,高欣,林鹏程,等. 葛洲坝水库鱼类群落结构特征研究[J]. 长江流域资源与环境,2012,7(21):843-849.
- [23] 陈国宝,李永振,陈新军. 南海主要珊瑚礁水域的鱼类物种多样性研究[J]. 生物多样性,2007,15(4):373-381.
- [24] 何美峰,袁定清,陈启春,等. 福建省沙溪鱼类群落结构研究[J]. 福建水产,2010(1):45,75-80.
- [25] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,等. 基础生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [26] WARWICK R M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities [J]. Marine Biology, 1986, 92(4):557-562.
- [27] YEMANE D, FIELD J G, LESLIE R W. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) curves [J]. ICES Journal of Marine Science, 2005, 62(3):374-379.
- [28] CLARKE K R, WARWICK R M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation;2nd ed [M]. Plymouth:PRIMPER-E, 2001.
- [29] WILLIAM J M. Patterns in Freshwater Fish Ecology[M]. New York:Chapman and Hall Publishers, 1998.
- [30] 马超. 淀山湖渔业资源群落结构及主要经济鱼种的生物学研究[D]. 上海:上海海洋大学,2011:1-57.
- [31] 孙菁煜. 淀山湖鱼类增殖放流效果初步评价[D]. 上海:

- 上海海洋大学,2008:1-47.
- [32] 李圣法. 以数量生物量比较曲线评价东海鱼类群落的情况[J]. 中国水产科学,2008,15(1):136-144.
- [33] 罗民波,沈新强,王云龙,等. 运用 ABC 曲线评价工程条件下杭州湾周围海域环境变迁[J]. 农业环境科学学报,2007,26(s):710-714.
- [34] 卢嘉,李小平,陈小华,等. 淀山湖水环境污染探析[J]. 环境科学与管理,2011,36(2):116-120.
- [35] 马程琳,邹记兴. 我国的海洋生物多样性及其保护[J]. 海洋湖沼通报,2003(2):41-47.
- [36] PENAZ M, BARUS V, PROKES M. Changes in the structure of fish assemblages in a river used for energy production[J]. Regulated Rivers: Research & Management. 1999, 15(1/3):169-180.
- [37] 李渭华. 浅析生物多样性的价值[J]. 科研与技术,2003,12(3):82-85.
- [38] PAULY D, CENSENHRISTEN V, DALSGAARD J, et al. Fishing down marine food webs[J]. Science, 1998, 279(5352):860-863.
- [39] 于海婷,丁月旻,钱薇薇,等. 荣成湾渔业资源群落结构季节变化特征[J]. 海洋湖沼通报,2013(2):67-75.
- [40] 刘恩生. 太湖鱼类群落变化规律、机制及其对环境影响分析[J]. 水生态学杂志,2009,2(4):8-14.
- [41] 卢嘉,李小平,陈小华,等. 淀山湖水环境污染探析[J]. 环境科学与管理,2011,36(2):116-120.
- [42] 王平,焦燕,任一平,等. 莱州湾、黄河口水域春季近岸渔获生物多样性特征的调查研究[J]. 海洋湖沼通报,1999(1):40-44.
- [43] 张鼎国,杨再福. 淀山湖生态环境的演变与对策[J]. 水利渔业,2006,26(1):61-63.
- [44] 徐枫,高怡,盛东. 黄浦江上游近年水质变化分析[J]. 环境研究与监测,2008,21(4):8-12.

Analysis of annual variations for fish community structure in Dianshan Lake

HAN Chan¹, GAO Chun-xia^{1,2}, TIAN Si-quan^{1,2}, DAI Xiao-jie^{1,2}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: As the biggest local lake, Dianshan Lake plays an important role in fishery, aquatic food supply and conservation for aquatic living resources for Shanghai. In this study, we analyzed the annual variations on diversity of fish community and its status of this lake based on the survey data in Dianshan Lake from 2010 to 2012. The results showed that fish species composition was similar among the three years and the dominant species tended to be mini-type fish of fish composition. It indicated that the Diversity Indices of fish community in Dianshan Lake were not significantly different among the three years ($P > 0.05$). Moreover, the analysis of k-dominance curves showed that the fish community was disturbed in Dianshan Lake in the three years. It is necessary to adjust management rules to maintain fisheries resources by improving water quality, relieving the fishing intensity, and improving fish stock enhancement in this lake.

Key words: Dianshan Lake; fish community; dominant species; diversity indices; abundance and biomass comparison curve