

大型深水湖泊——千岛湖枝角类的多样性*

李共国^① 虞左明^②

(①浙江万里学院生物技术研究所 宁波 315100; ②杭州市环境保护科学研究所 杭州 310008)

摘要: 调查了大型深水湖泊——千岛湖枝角类的多样性,包括种类组成、密度、生物量以及优势度和相似性指数等。一年中,共发现 26 种枝角类,根据年平均密度,优势种为透明溞(*Daphnia hyalina*)、长额象鼻溞(*Bosmina longirostris*)和短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)。相关回归分析表明,3 种多样性指数均随群落种类数的增加而显著升高,随群落优势度和相似性指数的增大而显著下降。

关键词: 千岛湖; 枝角类; 多样性指数

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)03-41-04

Diversities of Planktonic Cladocera in Lake Qiandao, a Large Deep Water Lake

LI Gong-Guo^① YU Zuo-Ming^②

(① Institute of Biotechnology, Zhejiang Wanli University Ningbo 315100;

② Institute of Environmental Protection Science Hangzhou 310008, China)

Abstract: Diversities of planktonic Cladocera, including species composition, density, biomass, dominance and similarity indexes, was studied in lake Qiandao (Zhejiang). During one year study, 26 species were found. In terms of annual average density, the dominant Cladocera were *Daphnia hyalina*, *Bosmina longirostris* and *Diaphanosoma brachyurum*. Analysis of regression indicated that the high diversity index, the more species, and the low diversity index, the high index of dominance and similarity.

Key words: Lake Qiandao; Cladocera; Diversity index

千岛湖位于浙江省淳安县西南,原名新安江(钱塘江支流,源出安徽省率山)水库,为 1960 年新安江上游拦坝建成水电站后所形成的大型深水湖泊。湖中有大小岛屿 409 个,低水位时岛屿逾千,故又名千岛湖。全湖水面积 573 km²,平均水深 34 m,蓄水量 178 亿 m³。千

岛湖集饮用、旅游观光、水产养殖及工农业用水

* 杭州市环境保护局课题:千岛湖浮游生物群落动态分析及控制对策研究(199901);

第一作者介绍 李共国,男,37 岁,副教授,硕士;研究方向:浮游动物生态。

收稿日期:2000-11-05,修回日期:2002-03-20

等多种功能于一体,对当地乃至浙江经济发展起着重要的作用。近年来,千岛湖的水生态环境随着湖泊经济发展遭到一定程度的破坏,引起了有关部门的高度重视,并于1999年8月起采取了对千岛湖部分水域禁渔三年的措施。枝角类是淡水浮游动物重要的组成者,有关枝角类生态的报道较多,大型枝角类对水体浮游藻类的抑制作用也有报道,但对枝角类多样性的系统研究还不多见。本文试图通过系统调查千岛湖枝角类群落的种类数、密度和生物量,以及优势度和相似性指数,分析枝角类多样性与群落因素之间的关系,为千岛湖水环境监测和综合治理提供一定的理论基础。

1 材料与与方法

在千岛湖设置10个枝角类采样点,分别为I号,街口;II号,威萍;III号,小金山;IV号,航头岛;V号,织岭口;VI号,茅头尖;VII号,三潭岛;VIII号,密山;IX号,大坝;X号,排岭水厂。1999年1~12月逐月采样,采样和计数按《淡水浮游生物研究方法》^[1]进行,定性样品用25号筛绢制成的浮游生物网拖捞获取,定量样品用2L采水器分别于该样点透明度2倍深度间均匀分5个水层采取等量水共10L,混匀后用25号筛绢制成的浮游生物网过滤取样,当即用鲁哥氏溶液(Lugol's solution)固定,带回实验室镜检。枝角类种类按中国动物志(淡水枝角类)^[2]鉴定。生物量(湿重)按体长-体重回归方程式^[3]计算。

多样性指数分别按下述3种方法计算:

Shannon-Wiener^[4]多样性指数 $H' = - \sum_{i=1}^n (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$, 其中: $n_i = i$ 种的密度(个体数/L), $N =$ 总密度(个体数/L);

Margalef^[4]多样性指数 $d = (s - 1) / \ln N$, 其中: $s =$ 种类数, $N =$ 总密度(个体数/L);

Simpson^[4]多样性指数 $P = 1 / \sum_{i=1}^n (n_i/N)^2$,

其中: $n_i = i$ 种的密度(个体数/L), $N =$ 总密度(个体数/L)。

优势度指数(D)采用 Berger-Parker^[5]公式: $D = N_{\max} / N$, 其中: $N_{\max} =$ 优势种的密度(个体数/L), $N =$ 总密度(个体数/L)。

相似性指数(C_j)采用 Jaccard^[6]公式: $C_j = c / (a + b - c)$, 其中: $c =$ 两种群落共有的物种数, a 和 b 分别为群落A和B所具有的物种数。

2 结果

2.1 种类组成及优势种 经周年调查,共采得枝角类7科16属26种,其中盘肠溞科占38.5%。种类数水平分布差异较大,主要集中在I和II采样站,分别占总种数的92.3%和70.8%,其他各采样站均在25.8%~37.5%之间(表1)。根据年平均密度,千岛湖枝角类的优势种为透明溞(*Daphnia hyalina*)、长额象鼻溞(*Bosmina longirostris*)和短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*),此三种优势种分别占枝角类总密度的50.5%、26.8%和16.0%(表1)。另外,透明薄皮溞(*Leptodora kindti*)和颈沟基合溞(*Bosminopsis deitersi*)在镜检中也经常出现。

2.2 群落特征 千岛湖枝角类群落密度变幅为16.66~60.85 ind./L,平均25.63 ind./L;生物量变幅为0.632~2.780 mg/L,平均1.455 mg/L。I站和II站枝角类群落的种类数多,优势度小,3种多样性指数均较高,表现了枝角类生长良好的生态环境;而IV站和X站的种类数最少,优势度大,3种多样性指数均较低(表2)。

2.3 群落因素对多样性的影响 3种多样性指数均随群落种类数的增加而升高,两者之间呈极显著的正相关关系;随群落优势度和相似性指数的增大而下降,它们之间呈显著至极显著的负相关关系;3种多样性指数与群落密度有一定正相关关系,但与生物量无相关关系(表3)。其中,与群落种类数、密度、优势度和相似性指数相关性、最大的多样性指数及其相关关系如下。

表 1 千岛湖 10 个采样站枝角类年平均密度 (ind./L)

种 类	采 样 站									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
透明薄皮溇 <i>Leptodora kindtii</i>	0.08	0.21	0.10	0.18	0.13	0.08	0.26	0.06	0.06	0.10
晶莹仙达溇 <i>Sida crystallina</i>	+									
短尾秀体溇 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	6.25	14.10	12.96	1.14	1.42	1.01	1.71	0.25	0.63	3.71
透明溇 <i>Daphnia hyalina</i>	6.98	19.50	6.54	17.08	15.09	6.81	13.25	12.14	8.96	22.88
棘爪低额溇 <i>Simocephalus exspinosus</i>		0.10	0.04							
棘体网纹溇 <i>Ceriodaphnia setosa</i>	+									
壳纹船卵溇 <i>Scapholeberis kingi</i>	+	+								
微型裸腹溇 <i>Moina micrura</i>	+	1.85	0.06				0.04			
直额裸腹溇 <i>M. rectirostris</i>	+									
多刺裸腹溇 <i>M. macrocopa</i>	1.92									
长额象鼻溇 <i>Bosmina longirostris</i>	9.38	21.92	2.67	1.31	3.91	8.06	3.99	6.04	9.81	1.71
脆弱象鼻溇 <i>B. fatalis</i>	0.58	0.14		+	0.79	0.64	0.29	0.17	0.92	
筒弧象鼻溇 <i>B. coregoni</i>	0.17	+		+			0.04			
颈沟基合溇 <i>Bosminopsis deitersi</i>	2.08	2.34	0.13		+	0.06	0.14	0.13	0.18	0.02
底栖泥溇 <i>Ilyocryptus sordidus</i>	+									
一种泥溇 <i>I. sp.</i>	+								+	
直额弯尾溇 <i>Camptocercus rectirostris</i>	+	0.05								
华南尖额溇 <i>Alona milleri</i>						+		+		
中型尖额溇 <i>A. intermedia</i>	0.13					+				
矩形尖额溇 <i>A. rectangula</i>	+	0.54								0.13
点滴尖额溇 <i>A. guttata</i>	+	+					+	+		
秀体尖额溇 <i>A. diaphana</i>	+	+								
肋形尖额溇 <i>A. costata</i>	+									
吻状弯额溇 <i>Rhynchotalona rostrata</i>	+	+								
钩足平直溇 <i>Pleuroxus hamulatus</i>	+	+			+	+				
圆形盘肠溇 <i>Chydorus sphaericus</i>	+	0.10								

“+”为定性样品中出现,定量分析中忽略不计

表 2 千岛湖 10 个采样站枝角类群落特征平均值

采样站	种类数 (s)	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)	优势度指数 (D)	相似性指数* (C _i)	多样性指数		
						Shannon-Wiener (H')	Margalef (d)	Simpson (p)
I	24	27.57	0.961	0.253	0.326	2.286	6.936	4.125
II	17	60.85	2.522	0.360	0.421	2.027	3.893	3.396
III	7	22.50	0.632	0.576	0.490	1.455	1.927	2.320
IV	6	19.71	1.646	0.867	0.506	0.736	1.677	1.316
V	7	21.34	1.466	0.707	0.594	1.283	1.960	1.855
VI	9	16.66	0.806	0.484	0.524	1.523	2.845	2.459
VII	9	19.72	1.402	0.677	0.564	1.388	2.689	1.970
VIII	9	18.79	1.214	0.646	0.520	1.152	2.728	1.916
IX	6	20.56	1.117	0.477	0.613	1.472	1.654	2.375
X	6	28.55	2.780	0.802	0.507	0.952	1.492	1.508

* 为与其它 9 个采样站相似性指数之平均值

表3 以采样站为协变量各群落因素与3种多样性指数之间的相关分析

多样性指数	种类数		密度		生物量		优势度指数		相似性指数	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Shannon-Wiener (H')	0.868	<0.001	0.504	<0.2	-0.200	—	-0.957	<0.001	-0.632	<0.05
Margalef (d)	0.978	<0.001	0.525	<0.2	-0.168	—	-0.774	<0.01	-0.838	<0.01
Simpson (p)	0.919	<0.001	0.503	<0.2	-0.187	—	-0.959	<0.001	-0.730	<0.02

Margalef 指数 $d = 0.068 + 0.271$ 种类数 ($n = 10$, 相关系数 = 0.978, $P < 0.001$);

Margalef 指数 $d = 1.088 + 0.066$ 密度 ($n = 10$, 相关系数 = 0.525, $P < 0.2$);

Simpson 指数 $p = 4.800 - 4.233$ 优势度指数 ($n = 10$, 相关系数 = -0.959, $P < 0.001$);

Margalef 指数 $d = 11.077 - 16.365$ 相似性指数 ($n = 10$, 相关系数 = -0.838, $P < 0.01$)。

3 讨论

湖泊环境条件处于中等营养型时,可栖息的生物种类数多,其群落的多样性也高;而在环境条件极端的湖泊(贫营养型或超富营养型)中,只能生存耐受性大的少数种类,群落结构简单,其多样性也低,这是生物群落的基本特点^[7]。千岛湖面积达 573 km²,但枝角类种类数仅 26 种,能形成种群的常见种更少(表 1),这可能与千岛湖水深、湖面开阔、生态环境单纯和营养水平较低有关。谢平等^[4]研究富营养化武汉东湖浮游动物多样性后认为:多数类群的物种多样性随着水体营养水平的上升而下降(原生动物例外)。但千岛湖中 I 站(街口)枝角类群落的多样性指数最高,其水体的透明度却最低;Ⅶ站(密山)和Ⅸ站(大坝)水体的透明度较大,而其群落多样性指数却较低。可见,贫-中营养型的千岛湖枝角类多样性指数有随水体营

养水平的上升而呈上升的趋势,这种情况也发生在轮虫类上^[8]。

千岛湖枝角类多样性指数与其群落因素之间存在着明显的相关性,即群落的种类数越多,多样性指数越高,而优势度和相似性指数越高,则多样性指数越低。这些因素可以从不同的侧面较好地反映枝角类多样性情况。而 3 种多样性指数中,又以 Margalef 多样性指数与群落因素之间的相关程度最高。

参 考 文 献

- [1] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京:科学出版社,1991.358~362.
- [2] 蒋燮治,堵南山编. 中国动物志(淡水枝角类). 北京:科学出版社,1979.
- [3] 黄祥飞,胡春英. 淡水常见枝角类体长-体重回归方程式. 见:甲壳动物学论文集编辑委员会编,甲壳动物学论文集. 北京:科学出版社,1986. 147~157.
- [4] 谢平,诸葛燕,戴莽等. 水体富营养化对浮游生物群落多样性的影响. 水生生物学报,1996,20(增刊):30~37.
- [5] 赵志模,郭依泉. 生境类型生态学原理和方法. 重庆:科学技术出版社重庆分社,1990.147~172.
- [6] 阳含熙,卢泽恩. 植物生态学的数量分类方法. 北京:科学技术出版社,1981.90~120.
- [7] 日本生态学会环境问题专门委员会编. 环境和指示生物(水域分册). 北京:中国环境科学出版社,1987.
- [8] 李共国,虞左明. 浙江千岛湖浮游动物群落多样性研究. 生物多样性,2001,9(2):115~121.