

文章编号:1000-5862(2013)05-0535-05

桥墩湖浮游植物调查以及鲢、鳙鱼产力的研究

黄 静¹ 柴文波¹ 李仁辉² 李守淳^{1*}

(1. 江西师范大学功能有机小分子教育部重点实验室 江西 南昌 330022;

2. 中国科学院水生生物研究所 湖北 武汉 430027)

摘要:2011年9月在湖北省对养殖水体桥墩湖的浮游藻类进行了调查,共鉴定出浮游藻类5门40属43种.浮游藻类的平均细胞数量为 1.02×10^8 个/L,平均生物量为14.56 mg/L.浮游动物29种,平均数量和生物量分别为13 189.62个/L、15.71 mg/L.其中中华小尖头藻(*Raphidiopsis sinensia*)、假鱼腥藻(*Pseudanabaena* sp.)和中华平裂藻(*Merismopedia sinica*)占到了总的浮游藻类细胞密度的80%.从生物量来说,优势种为硅藻门的尖针杆藻(*Synedra acus*),达到了总生物量的15.64%,以及浮游动物的轮虫为74.64%.

关键词:浮游生物;生物量;鱼产力

中图分类号:Q 949.2

文献标志码:A

0 引言

桥墩湖是长江中下游南岸一个典型的浅水草型湖泊,湖区水面面积约7.33 km²,地处湖北省大冶市西北部,毗邻鄂州市和武汉市.该湖水位稳定,水质常年保持Ⅱ类水质标准.最近几年成为了养殖水体,但是2011年鱼类(主要是鲢和鳙)的质量增加量相比往年同期要低很多.而浮游生物的生物量是鱼产力估算的主要依据,为此本文将通过对该湖区浮游生物进行详细调查,以期对湖泊渔业生产提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 样品采集

根据湖泊水面分布情况,按照采样须具有代表性的原则^[1]于湖北省大冶市内桥墩湖设置4个采样点,分别为1[#]、2[#]、3[#]、4[#]采样点(见图1).定性、定量样品的采集、处理采用标准方法^[2].

1.2 鉴定与计算

浮游藻类的鉴定参考胡鸿钧等^[3-7]的方法,计数使用浮游生物计数框.计数方法采用视野法;浮游植物生物量的估算采用细胞体积转化法^[8].原生动物和小型浮游动物全片计数,每瓶水样2片;大型甲

壳类对过25[#]筛网的5 L水样进行全量计数.

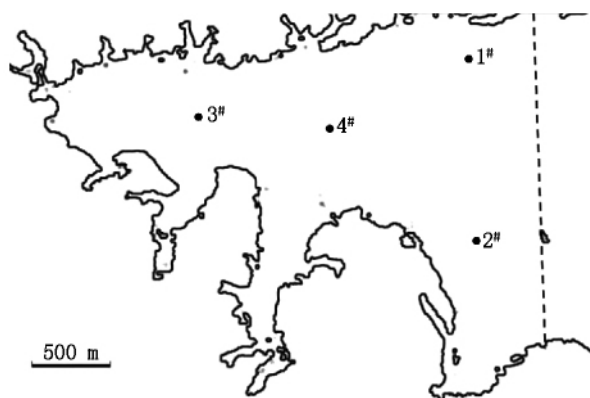


图1 桥墩湖采样点

2 结果与分析

2.1 浮游生物组成

2.1.1 浮游植物组成及生物量 在本次养殖水体监测中,共发现浮游藻类43种,隶属于5门40属.其中绿藻门的种类最多,有19种(占总数的44.19%);蓝藻门14种,硅藻门6种,隐藻门3种,甲藻门1种.优势种类有蓝藻门的中华小尖头藻(*Raphidiopsis sinensia*)、假鱼腥藻(*Pseudanabaena* sp.)、中华平裂藻(*Merismopedia sinica*)、针晶蓝纤维藻(*Dactylococopsis raphidioides*)、色球藻(*Chroococcus* sp.)、鱼腥藻(*Anabaena* sp.)、鞘丝藻(*Lyngbya*

收稿日期:2013-06-10

基金项目:江西省自然科学基金(2013BAB204006),江西省教育厅科技课题(GJJ13241)和江西师范大学功能有机小分子教育部重点实验室开放课题(KLFS-KF-201225)资助项目.

通信作者:李守淳(1965-),女,江西余干人,副教授,博士,主要从事藻类生物学研究.

sp.);绿藻门的栅藻 (*Scenedesmus* sp.)、具尾四角藻 (*Tetraedron caudatum*)、小球藻 (*Chlorella vulgaris*); 硅藻门的颗粒直链藻极狭变种 (*Melosira granulata*

var. angustissima)、尖针杆藻 (*Synedra acus*); 隐藻门的啮蚀隐藻 (*Cryptomonas erosa*). 浮游植物的详细组成见表 1.

表 1 桥墩湖浮游植物类群

浮游植物	采样点				浮游植物	采样点			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]		1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
蓝藻门(Cyanophyta)					绿藻门(Chlorophyta)				
中华小尖头藻(<i>Raphidiopsis sinensis</i>)	++	++	++	++	肾形藻(<i>Nephrocystium agar-dhianum</i>)		+		
假鱼腥藻(<i>Pseudanabaena</i> sp.)	+++	+++	+++	+++	栅藻(<i>Scenedesmus</i> sp.)	++	++	++	++
中华平裂藻(<i>Merismopedia sinica</i>)	+++	+++	+++	+++	丛球韦斯藻(<i>Westella</i>)	+			
针晶蓝纤维藻(<i>Dactylocoopsis raphidioides</i>)	+	+	+	+	四棘藻(<i>Treubia triappendiculata</i>)		+		
简式节旋藻(<i>Arthrospira jenneri</i>)	+				具尾四角藻(<i>Tetraedron caudatum</i>)	+	+	+	+
色球藻(<i>Chroococcus</i>)	+	+	+	+	实球藻(<i>Pandorina morum</i>)	+			
拟柱胞藻(<i>Cyindrospermopsis raciborskii</i>)	+	+	+		小形卵囊藻(<i>Oocystis parva</i>)	+			+
鱼腥藻(<i>Anaena</i> sp.)	+	+	++	+	集星藻(<i>Actinastrum fluviatile</i>)	+			
鞘丝藻(<i>Lyngbya</i> sp.)	+	+	+	+	丝藻(<i>Ulothrix</i> sp.)	+	+		
微囊藻(<i>Microcystis</i> sp.)	+				弓形藻(<i>Schroedena setigera</i>)		+	+	+
浮丝藻(<i>Planktothrix</i> sp.)				++	微芒藻(<i>Microctinium pusillum</i>)				+
紧密鱼腥藻(<i>Anaena eucompacta</i>)				+	四角十字藻(<i>Crucigenia quadrata</i>)	+			
依莎束丝藻(<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i>)			+	+	狭形纤维藻(<i>Ankistrodesmus angu</i>)		+		+
泽丝藻(<i>Limnithrix</i> sp.)			++	+	鼓藻(<i>Cosmarium</i> sp.)		+		
硅藻门(Bacillariophyta)					纺锤藻(<i>Elakatothrix</i>)		+		
颗粒直链藻极狭变种(<i>Melosira granulata</i>)	+	+	+	+	小空星藻(<i>Coelastrum microporum</i>)	+		+	
颗粒直链藻极狭变种螺旋变型(<i>Melosira granulata var. angustissima f. spiralis</i>)		+			长绿核藻(<i>Chlorogonium elongatum</i>)			+	
小环藻(<i>Cyclotella</i>)	+		+		小球藻(<i>Chlorella vulgaris</i>)	+	+	+	+
丹形藻(<i>Navicula</i> sp.)	+	+	+		集球藻(<i>Palmellococcus</i>)				+
尖针杆藻(<i>Synedra acus</i>)	+	+	+	+	隐藻门(Cryptophyta)				
脆杆藻(<i>Fragilaria</i>)		+		+	啮蚀隐藻(<i>Cryptomonas erosa</i>)	+	+	+	+
甲藻门(Pyrrhophyta)					卵形隐藻(<i>Cryptomonas ovata</i>)		+		
微小多甲藻(<i>Peridinium</i>)				+	尖尾蓝隐藻(<i>Chroomonas acuta</i>)			+	+

注: + 少量或有分布; ++ 相对较多; +++ 丰富.

浮游植物的平均细胞密度为 1.02×10^8 个/L, 平均生物量为 14.56 mg/L. 数量上是以蓝藻中的平裂藻和假鱼腥藻为绝对优势;而从生物量的组成来看,所占比重最大的是蓝藻门,达到了 41.59%,但优势种却为硅藻门的小针杆藻,占到总生物量的15.64%;其次是绿藻、硅藻和隐藻,甲藻偶见(见图 2).

2.1.2 浮游动物组成及生物量 鉴定出浮游动物 29 种,其中轮虫有 19 种;原生动物 9 种;枝角类仅 1 种. 占优势的原生动物有刺胞虫(*Acanthocystis* sp.)、草履虫(*Paramecium* sp.)、旋回侠盗虫(*Strobilidium*

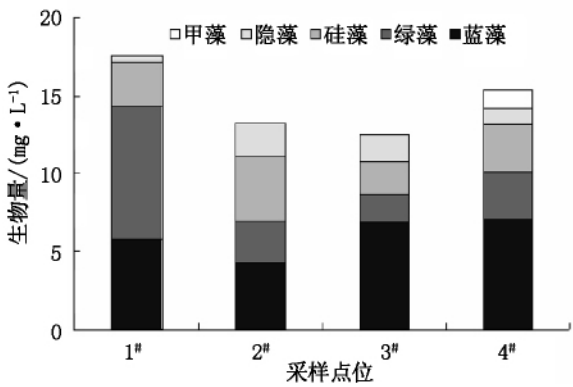


图 2 各采样点浮游藻类生物量

gyrans) ; 轮虫优势种为等刺异尾轮虫 (*Trichocerca similis*)、针簇多肢轮虫 (*Polyarthra trigla*) , 以及枝角类的短尾秀体溞 (*Diaphanosoma brachyurum*) . 浮游动物的详细组成见表 2.

表 2 桥墩湖浮游动物类群

浮游植物	采样点			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
原生动物 (Prutuza)				
长圆砂壳虫 (<i>Diffugia oblonga</i>)	+			
刺胞虫 (<i>Acanthocvstis</i> sp.)	++	+	+	
小单环栉毛虫 (<i>Didinium balbianii</i>)	+			+
草履虫 (<i>Panamecium</i> sp.)	+	++	+	+
旋回侠盗虫 (<i>Strobilidium gvrans</i>)	++	+	++	++
膜袋虫 (<i>Cyclidium</i> sp.)			++	+
累枝虫 (<i>Epistylis</i> sp.)	+			
钟虫 (<i>Vorticella</i> sp.)	+	+		+
王氏似铃壳虫 (<i>Tintinnopsis wangi</i>)	+	+	+	
轮虫 (Rotifer)				
裂足臂尾轮虫 (<i>Brachfonus diversfcormz</i>)	+	+	+	+
萼花臂尾轮虫 (<i>Brachionus calyciflorus</i>)	+	+	+	+
剪形臂尾轮虫 (<i>Brachionus forficula</i>)	+	+	+	
角突臂尾轮虫 (<i>Brachionus angularis</i>)	+			
尾突臂尾轮虫 (<i>Brachionus caudatus</i>)		+		
等刺异尾轮虫 (<i>Trichocerca similis</i>)	++	++	++	++
圆筒异尾轮虫 (<i>Tnchocerca cylindrica</i>)		+		
月形腔轮虫 (<i>Lecane luna</i>)			+	
盘状鞍甲轮虫 (<i>Lepadella patella</i>)				+
短棘螺形龟甲轮虫 (<i>Keraetlla cochlearis micracanthe</i>)	+			
无棘螺形龟甲轮虫 (<i>Keratella cochlearis tecta</i>)	+			
须足轮虫 (<i>Euchlaniss</i> sp.)				+
长三肢轮虫 (<i>Filinia longiseta</i>)	+	+	+	+
针簇多肢轮虫 (<i>Polyarthra trigla</i>)	++	++	++	++
长肢多肢轮虫 (<i>Polyarthra trigal</i>)	+			+
奇异六腕轮虫 (<i>Hexarthra mira</i>)			+	
卜氏晶囊轮虫 (<i>Asplanchna brightwelli</i>)			+	
前节晶囊轮虫 (<i>Asplanchna priodonta</i>)	+	+	+	+
胶鞘轮虫 (<i>Collotheca</i> sp.)	+	+	+	+
枝角类 (Cladacera)				
短尾秀体溞 (<i>Diaphanosoma brachyurum</i>)	++	++	++	++

注: + 少量或有分布; ++ 相对较多.

浮游动物的平均数量以及生物量分别为 13 189.62 个/L、15.71 mg/L. 从数量上看, 轮虫为优势种, 其次是原生动物, 所占比列分别为 55.56%、44.40%. 从生物量的组成来看, 优势种是轮虫, 占比 74.64%, 其次是原生动物占比 24.86% (见图 3).

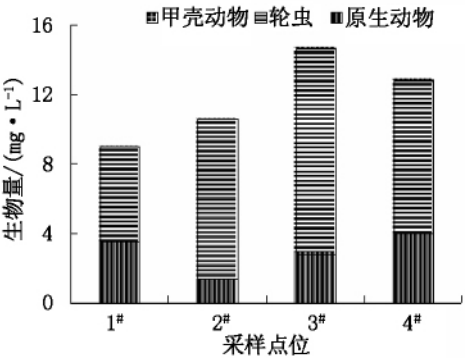


图 3 各采样点浮游动物生物量

2.2 浮游生物鱼产潜力估算

鱼产潜力的估算参考何志辉等^[14]方法, 即利用浮游生物的现存量来估算鱼产力, 其计算公式是:

$$F = \frac{m \cdot (P/B) \cdot a}{E}$$
 , 其中 F 为鲢或鳙的鱼产潜力

(单位为 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) m 为浮游生物平均生物量 (单位为 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) a 为饵料利用率 E 为饵料系数.

桥墩湖浮游植物平均生物量为 14.56 mg/L, 平均水深 2.1 m, 取 P/B 系数为 150, 饵料系数为 100, 可利用率为 70%^[15], 则鱼产潜力为 323.12 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. 浮游动物平均生物量为 11.78 mg/L, 平均水深 2.1 m, 利用率 50%, 饵料系数为 10, P/B 系数原生动物取 200, 轮虫 100, 枝角类及桡足类取 50^[16], 则可提供鱼产力 1 541.61 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 由于是鱼类的

生长旺季,湖区周围水草丛生,对于分散于其中的浮游植物以及细菌等不可能充分利用,因此,从实际出发,这方面的鱼产力将不予考虑。

根据以上结果,得出浮游生物可提供的鱼产潜力为 $1\ 864.73\ \text{kg}/\text{hm}^2$,在不补充营养的条件下,理论上每年最高捕捞量可达到 $1\ 864.73\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。桥墩湖的养鱼面积以 $733\ \text{hm}^2$ 计算,每年的鲢鳙捕捞量理论上可以达到 $1\ 366\ 847.09\ \text{kg}$ 。然而调查的实际情况是鱼产量明显要低于理论值。

3 讨论

桥墩湖的浮游植物分属 5 门 40 属,细胞丰度平均为 1.02×10^8 个/L,生物量为 $14.56\ \text{mg}/\text{L}$,无论是从数量上还是生物量上来说都已经处于富营养状^[11];浮游动物有 29 种,平均数量为 $13\ 189.62$ 个/L,平均生物量为 $15.71\ \text{mg}/\text{L}$,从数量以及生物量上来看都是轮虫占绝对优势,原生动物次之。在自然条件下,鲢主要摄食浮游植物,而鳙则以浮游动物为主要食物^[8]。但刘恩生等^[9]认为在水体富营养条件下蓝藻是鲢、鳙的主要食物。从数量上来看,体积较微小的蓝藻占绝大多数(超过 90%),其中细胞丰度最大的是些微型蓝藻,如平裂藻(*Merismopedia* sp.)、假鱼腥藻(*Pseudanabaena* sp.)。因此生物量并不高;又由于鲢滤食的藻类大小为 $8 \sim 100\ \mu\text{m}$,鳙滤食的藻类大小为 $17 \sim 3\ 000\ \mu\text{m}$ ^[13],导致可利用的生物量进一步减少,因此在某种程度上会影响以浮游植物为主的滤食性鱼类的产量。从浮游动物组成来看,大型浮游动物基本上没有,而主要是由小型浮游动物组成。J. G. Geiger 等^[17]认为,小型浮游动物的数量与鲢、鳙捕食强度成正相关,这也说明了本水体中,大型枝角类以及桡足类的不足有可能是导致鱼产力不足的原因之一。从鱼产潜力来看,相比孙金辉等^[18]估算的要高出许多,但与 2010 年同期相比,鱼的增长变慢。水体中出现如此高的蓝藻密度是因为水体中营养盐的影响还是鱼类的投放量过大所致,需要进一步对水体的营养盐水平以及鲢、鳙的养殖规模和生长情况进行深入地研究。

浮游植物群落组成中较高的蓝藻密度引起了人们的注意,有几种常见水华种,如鱼腥藻、束丝藻、拟柱胞藻,甚至还有一些微囊藻,具有产异味以及毒素

的能力,本次调查中并未发现藻华的产生,有可能是鲢、鳙对藻类水华有一定的控制作用^[12]。因此合理控制鲢、鳙的数量,以及营养盐的输入对湖泊保护和渔业生产显得至关重要。

4 参考文献

- [1] 全国主要湖泊、水库富营养化调查研究课题组. 湖泊富营养化调查规范 [M]. 北京:中国环境科学出版社, 1987:201.
- [2] APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater [M]. 15 th ed. Washington D C: American Public Health Association, 1980.
- [3] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类: 系统、分类及生态 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [4] 胡鸿钧, 魏印心, 李尧英, 等. 中国淡水藻类 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [5] Komarek J, Kovacik L. Taxonomic structure of four Aphanizomenon taxa (*Cyanophyceae*) from Czechoslovakia, with notes on the taxonomy and delimitation of the genus [J]. Plant Systematics and Evolution, 1989, 164:47-64.
- [6] 李守淳, 柴文波, 叶付粥, 等. 南昌市艾溪湖浮游藻类的多样性调查与评价 [J]. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2013, 37(3):316-318.
- [7] Li R, Watanabe M, Watanabe M M. Taxonomic studies of planktic species of *Anabaena* based on morphological characteristic in cultured strains [J]. Hydrobiologia, 2000, 438:117-138.
- [8] 孙军, 刘东艳, 钱树本. 浮游植物生物量研究 [J]. 海洋学报, 1999, 21(2):75-85.
- [9] 倪达书, 蒋燮治. 花鲢和白鲢的食性问题 [J]. 动物学报, 1954, 6(1):59-71.
- [10] 刘恩生, 鲍传和, 杨启超, 等. 太湖鲢、鳙的食物组成及渔获量变化原因分析 [J]. 水利渔业, 2007, 27(4):72-74.
- [11] 金相灿, 屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范 [M]. 2 版. 北京:中国环境科学出版社, 1990.
- [12] 谢平. 鲢、鳙与藻类水华控制 [M]. 北京:科学出版社, 2003:103-129.
- [13] Cremer M C, Smitherman R O. Food habits and growth of silver carp and bighead carp in cages and ponds [M]. Aquaculture, 1980:20:57-64.
- [14] 何志辉. 湖泊水库鱼产力的估算 [J]. 水产科技情报, 1982, 10(4):2-5.

- [15] 黄祥飞,胡传林. 保安湖饵料生物动态及产鱼潜力估算 //保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集 [C]. 北京:科学出版社,1991:9-112.
- [16] 刘建康. 东湖生态学研究 [M]. 北京:科学出版社,1990.
- [17] Geiger J G. A review of pond zooplankton production and fertilization for the culture of larval and fingerling striped bass [J]. Aquaculture,1983,35:353-369.
- [18] 孙金辉,胡莲,乔之怡,等. 云龙湖水库浮游生物调查及鲢、鳙鱼产潜力估算 [J]. 水生态学杂志,2011,32(1):78-83.

The Study on Plankton Composition and Fish Productivity of Qiaodun Lake ,Hubei

HUANG Jing¹, CHAI Wen-bo¹, LI Ren-hui², LI Shou-chun^{1*}

(1. Key Laboratory of Functional Small Organic Molecule, Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China;

2. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Science, Wuhan Hubei 430027, China)

Abstract: In September 2011, an investigation of phytoplankton in the aquaculture Qiaodun lake was made. The identification result showed that there are 43 species, include varieties, belonging to 40 genera and 5 divisions. The average abundance and biomass of phytoplankton was 1.02×10^8 ind/L and 3.32 mg/L respectively. Zooplankton had 29 species, the mean density was 13 189.62 ind/L and biomass was 15.71 mg/L. *Raphidiopsis sinensis*, *Pseudanabaena* sp. and *Merismopedia sinica* contributed over 80% of the total phytoplankton cell density. But from the biomass the predominant species were the *Synedra acus* in Bacillariophyta and the rotifer in zooplankton, about 15.64% and 74.64% of total biomass respectively.

Key words: plankton; biomass; productivity

(责任编辑:刘显亮)