维普资讯 http://www.cqvip.com

第8卷 第1期
1996年3月
湖泊科学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES
Vol. 8, No. 1
Mar., 1996

43-50

丹江口水库浮游植物及其演变

Q 178.1

邬红娟 彭建华 韩德举 简东 邹清

（水利部 中国科学院 水库渔业研究所，武汉 430073）

A

提要 1992年12月至1993年9月对丹江口水库进行四季调查，共采集到浮游植物60属，年平均密度为42.18×10⁴个/L，生物量为0.71mg/L。浮游植物种类和现存量在库区的分布均表现为汉江库区较丹江库区丰富。本文还根据1958年、1986～87年和1992～1993年丹江口水库库区的三次调查资料，分析丹江口水库蓄水前后以及建库26年以来浮游植物群落结构（包括密度、生物量、种类组成和优势种）的主要变化。以秋季丹江口水库坝前和汉江库区的肖川为代表，浮游植物密度从每升几万个增加到每升几百万个，生物量每升毫克数增加了数十倍。种类组成由河流型硅藻占优势逐步演化为硅藻—甲藻—蓝藻型。1993年浮游植物种类数显著低于1987年。年数量变动曲线由1987年的夏季高峰向后推移至秋季。

关键词 丹江口水库，浮游植物，群落结构 演变

水库，种类

丹江口水库地处鄂、豫、陕三省交界的山丘地带。水库于1968年建成，大坝位于丹江和汉江汇合处下游1000m的丹江口。库区呈"V"字形（图1），形成丹江和汉江两大库区。

丹江口水库兴建以后，由河流变为人工湖泊，其水文、形态、水质和生物状况发生了明显的变化。因此，研究水库建坝前后，以及建库26年来浮游植物群落结构变化，对研究水库浮游植物群落结构的演变规律，以及渔业规划和环境保护都有重要意义。

丹江口水库兴建以前，波鲁茨基和伍献文[1]（1959）曾对该库区水生生物进行过调查，1986～1987年华中农业大学[①]也对丹江口水库作过较全面的调查，1992～1993年水库渔业研究所结合丹江口水库渔业规划和南水北调中线工程对其进行了更深入的调查，为研究丹江口水库浮游植物的群落结构及其演变打下了基础。本文主要根据3次调查资料，对丹江口水库浮游植物的演变过程和现状作一个初步探讨。

1 工作方法

由于丹江口水库由汉江和丹江两大库区组成，因此，本文主要研究浮游植物种类组成和现存量在这两大库区的分布特点。

根据3次调查资料对浮游植物群落结构的演变进行研究。由于3次调查所设采样点有所不同，因此，本文主要以3次调查的采样点丹江口坝前（Ⅶ点）和肖川（Ⅴ点）（1958年调查

① 华中农业大学。丹江口水库渔业规划专辑，1988。

收稿日期：1994-07-02；接受日期：1995-03-11。

作者简介：邬红娟，女，1960年生，助理研究员。1982年毕业于华中农业大学水产系，主要从事浮游生物生态，发表有"梅川水库渔业高产生态学效益分析"等多篇论文。

维普资讯 http://www.cqvip.com

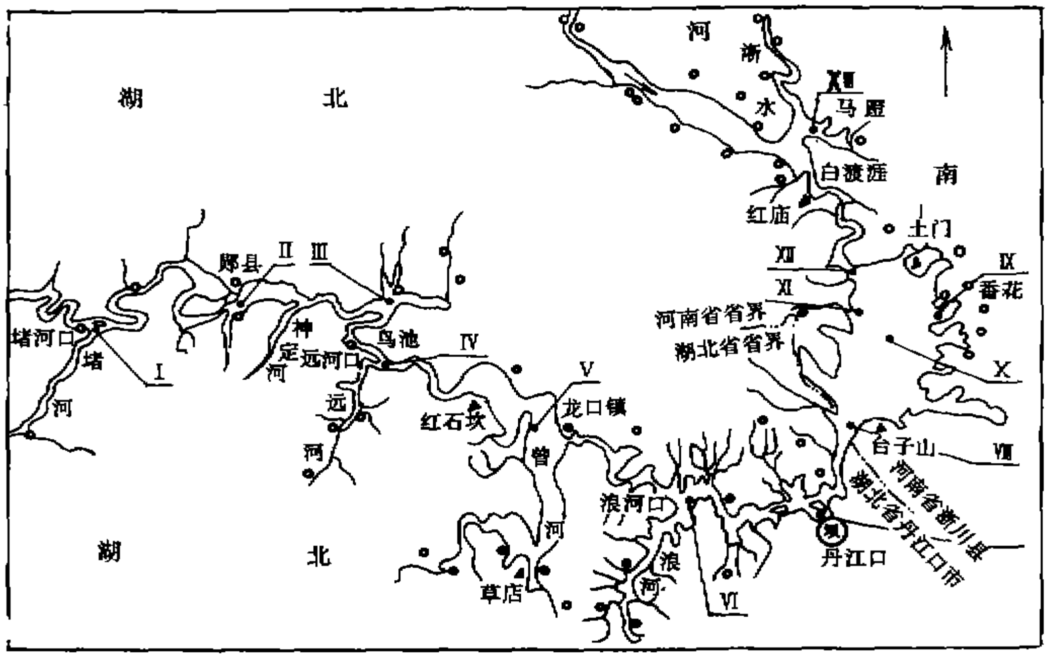


图1 采样点分布图

Fig. 1 Distribution of the sampling stations in the Danjiangkou Reservoir

的均县采样点相当于后两次调查的肖川)为代表(图1);此外,还将蓄水前水库库区静水水体金陂二塘和柳陂大塘的浮游植物群落结构作为比较,以探讨丹江口水库蓄水前后,由流水变为相对静水水体,浮游植物群落结构的演变过程。

2 水库浮游植物群落结构现状

2.1 种类组成

水库常年出现且分布较广的浮游植物有颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、螺旋颗粒直链藻(*M. granulata* var. *angustissima spiralis*)、针杆藻(*Synedra*)、脆杆藻(*Fragilaria*)、具星小环藻(*Cyclotella stelligera*)、舟形藻(*Navicula*)、束丝藻(*Aphanizomenon*)、单角板星藻(*Pediastrum simplex*)、双角板星藻(*P. duplex*)、水绵(*Spirogira*)及飞燕角甲藻(*Coratium hirundinella*)等(表1)。硅藻密度和生物量在一年四季中均占绝对优势。年平均密度为33.7×10^4个/L,占浮游植物总数的79.8%,年平均生物量为0.43mg/L,占浮游植物总量的62.5%。冬春季硅藻现存量几乎占浮游植物总数的100%。仅次于硅藻的是绿藻,年平均密度为2.53×10^4个/L,占浮游植物总数的6.1%,生物量为0.09mg/L,占总生物量的13.2%。再次是蓝藻和甲藻。

2.2 现存量

水库的浮游植物年平均密度为42.18×10^4个/L,生物量为0.71mg/L。其季节变化均表现为秋季最高,夏季次之,冬季再次,春季最低。

表 1　丹江口水库浮游植物种类组成及季节分布

Tab. 1　Distribution and generic composition of phytoplankton in Danjiangkou Reservoir

种　类	1958 年 9 月		1986～1987 年				1992～1993 年			
	河流	静水	1	4	7	10 月	12	3	6	9 月
蓝藻门 CYANOPHYTA										
微囊藻 *Microcystis*				+	+	+	+			+
颤　藻 *Oscillatoria*				+	+	+	+			+
鱼腥藻 *Anabaena*					+					+
蓝纤维藻 *Dactylococcopsis*					+					
席　藻 *Phormidium*				+	+	+	+	+		+
束丝藻 *Aphanizomenon*							+	+	+	+
蓝球藻 *Chroococcus*				+	+	+				
绿藻门 CHLOROPHYTA										
水绵 *Spirogyra*				+	+		+	+	+	+
角星鼓藻 *Staurastrum*					+		+		+	+
盘星藻 *Pediastrum*			+	+	+	+	+	+	+	+
栅藻 *Scenedesmus*		+		+						
空球藻 *Eudorina*						+		+		+
实球藻 *Pandorina*					+	+		+	+	+
鼓　藻 *Cosmarium*					+	+			+	+
衣　藻 *Chlamydomonas*	+			+			+			+
小环藻 *Chlorella*			+	+	+	+				
刚毛藻 *Cladophora*							+	+		
杂球藻 *Pleodorina*							+	+		
转板藻 *Mougeotia*							+	+		
小双胞藻 *Geminella minor*							+			+
硅藻门 BACILLARIOPHYTA										
直链藻 *Melosira*			+	+	+	+	+	+	+	+
脆杆藻 *Fragilaria*		+	+	+		+	+	+	+	+
舟形藻 *Navicula*			+			+	+	+	+	+
小球藻 *Cyclotella*	+	+	+	+		+	+	+	+	+
针杆藻 *Synedra*			+	+	+		+	+	+	+
偏缝硅藻 *Nitzschia*										
双菱藻 *Surirella*	+						+	+		
波缘藻 *Cymatopleura*								+		+
桥弯藻 *Cymbella*							+			
异极藻 *Gomphonema*								+	+	
金藻门 CHRYSOPHYTA										
钟罩藻 *Dinobryon*			+	+		+		+	+	+
黄藻门 XANTHOPHYTA										
黄丝藻 *Tribonema*			+	+	+	+				
甲藻门 PYRROPHYTA										
角甲藻 *Ceratium*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
多甲藻 *Peridinium*		+	+			+		+		
裸藻门 EUGLENOPHYTA										
裸　藻 *Euglena*			+			+		+		
隐藻门 CRYPTOPHYTA										
隐　藻 *Cryptomonas*	+	+								
蓝隐藻 *Chroomonas*	+	+								

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.3 浮游植物在水库的分布特点

水库坝址位于丹江和汉江两水相交处，可分成丹江和汉江两大库区、两库区库容相近，但回水长度和库形各异。汉江库区狭长、支流多且库岸线长、接受地表径流带来的外源性营养面广；而丹江库区则水面宽敞、库岸线短，因而造成两库区浮游植物种类分布和现存量的显著不同(图2)。

浮游植物种类数在库区的分布表现为：汉江库区的种类数(37属)显著多于丹江库区(26属)。尤以安阳(Ⅱ点)和浪河口(Ⅳ点)种类最多，计有23～24属，其次是郧县(Ⅰ点)19属，坝前(Ⅵ点)13属。

由浮游植物种类组成在库区的分布(图2)可见，从汉江库区到丹江库区硅藻种类数逐渐减少，绿藻和蓝藻种类数逐渐增加，且硅藻占浮游植物现存量的比例亦逐渐下降，其它藻类比例上升。由此表明，江汉库区浮游植物接近河流特点，丹江库区则更近似于湖泊特征。

浮游植物现存量在库区的分布表现为：汉江库区显著高于丹江库区。汉江库区浮游植物年平均密度为 54.58×10^4 个/L、生物量为1.01mg/L，而丹江库区年平均密度为 25.5×10^4 个/L、生物量为0.40mg/L。

3 浮游植物群落结构的演变

丹江口水库建成26年来，由河道变成了水流相对静止的人工湖泊，其形态、水文、理化等各方面发生了一系列的变化。在所调查的采样点中，肖川和坝前是两个浮游植物较丰富的区域。根据两个采样点三十多年浮游植物群落结构如种类组成、优势种、密度和生物量的变化，可见以下特点。

3.1 种类组成

3.1.1 硅藻 如图3所示，水库蓄水前的1958年为河流，浮游植物种类组成主要是硅藻、密度占总数的81%～92.3%，生物量为总数的95.9%～97%；1987年其密度有所下降，为总数的21.7%～60%。坝前硅藻生物量比例下降幅度更大，为总数的14.2%，肖川浮游植物生物量则为总生物量的78.9%；1993年其数量和生物量又分别上升至62.5%～85%和16.4%～50.5%。

3.1.2 绿藻 与硅藻相反，1958年绿藻的种类和现存量极少，数量和生物量分别仅为总数4%～5%和1.1%～2.6%；1987年其数量和生物量比例随着硅藻的比例下降而增加，分别为总数的22.6%～36.5%和9.7%～13.2%；1993年又下降至2.7%～10.5%。

3.1.3 蓝藻 1958年坝前未见有蓝藻，肖川也极少，数量每升仅 0.54×10^4 个、占总数的1.2%，生物量为0.004mg/L，占总量的0.74%；1987年其密度增大至 2.38×10^4～28.64×10^4 个/L、生物量为0.016～0.021mg/L；1993年其密度增加虽不多，生物量却比1987年增加了数十倍、为0.915～1.389mg/L。

3.1.4 甲藻 1958年甲藻的现存量极低，尤其是肖川、密度为 0.4×10^4 个/L，仅占总数的0.9%，生物量为0.003mg/L，占总量的0.6%；1987年坝前数量增加不多，为总数的0.7%，生物量占总量的2.3%，肖川未发现甲藻；1993年坝前和肖川甲藻密度和生物量大幅度增加，密度为 6.86×10^4～11.86×10^4 个/L，占总数的2.2%～8.9%，生物量为1.356～

维普资讯 http://www.cqvip.com

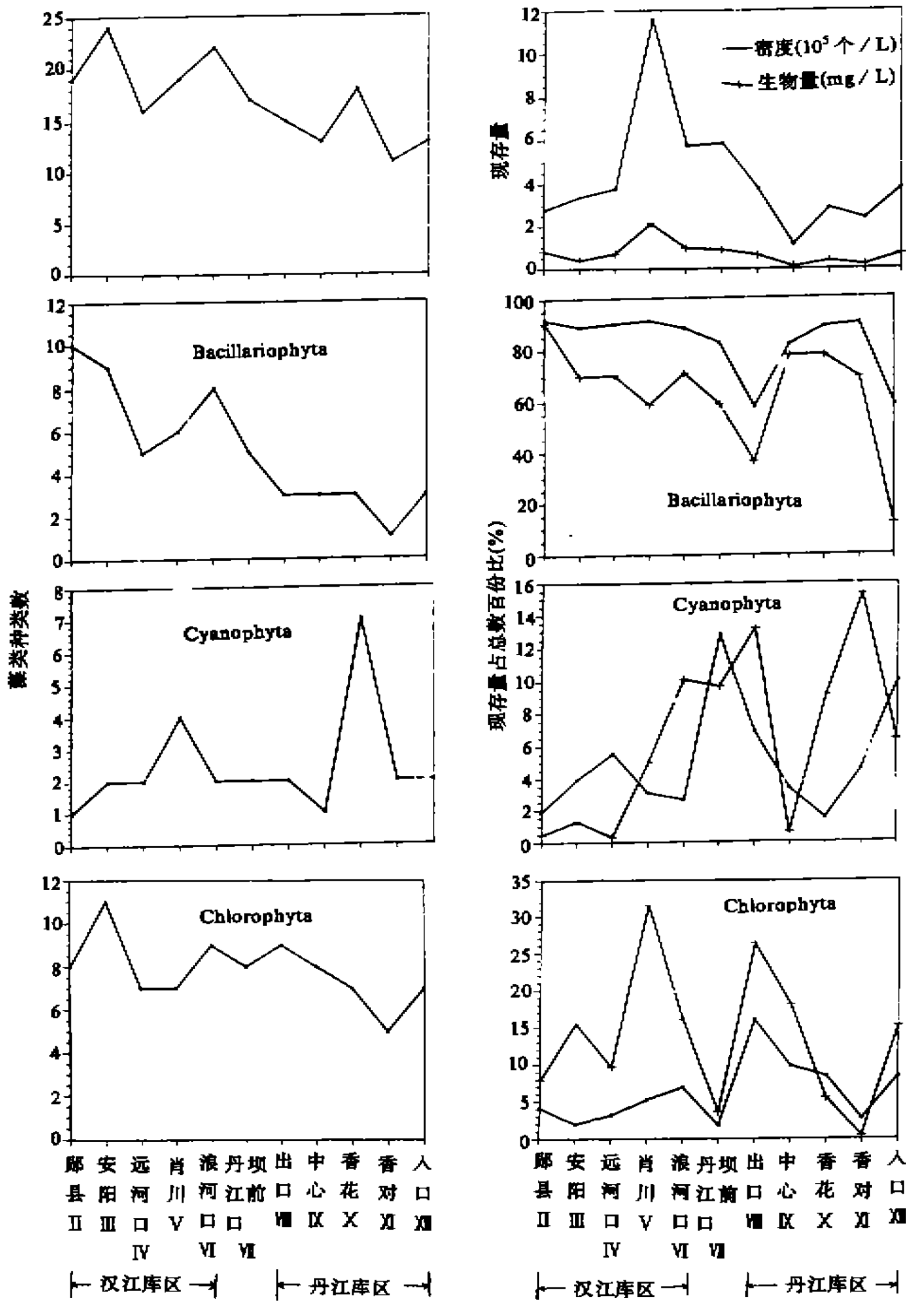


图 2　丹江口水库浮游植物种类数和现存量分布

Fig. 2 Distribution of phytoplankton species and standing crop in Dan Jiang kou Reservoir

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.052mg/L，占总量的 47.4%～48.2%。

3.1.5 其它 仅于 1987 年在坝前发现为数较少的裸藻，其它季节和采样点很少见到；黄藻和金藻为数极少，仅在少数几次采样中偶尔见到。

从 3 次调查结果分析可见(图 3)，1958 年坝前和肖川浮游植物种类组成为硅藻型；1987 年坝前为绿藻—蓝藻—硅藻型(密度占总数的 78%)，或裸藻—甲藻—硅藻型(生物量占总量的 88%)，肖川为蓝藻—硅藻—绿藻型(密度和生物量均占总数的 97%)，并且与 1958 年蓄水前调查的库区静水水体柳陂大塘[1]相似；1993 年坝前和肖川均为硅藻—蓝藻—甲藻型(密度占总数的 98%，生物量占总量的 96～99%)。

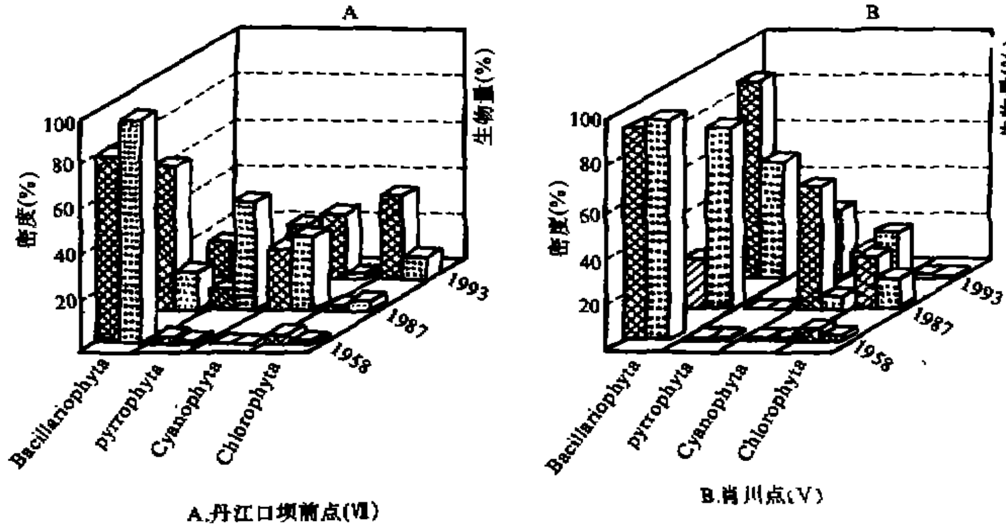


图 3 丹江口水库浮游植物群落结构的演变

Fig. 3 Species composition and standing crop of phytoplankton in Danjiangkou Reservoir

3.2 优势种

由表 1 可见，1958 年蓄水前的水库库区浮游植物主要以适应水流较急的固着性硅藻如偏缝硅藻(*Nitzschia*)等为主，未来库区内的水库、水塘等静水水体则主要是板星藻(*Pediastrum*)的种类以及放射硅藻(*Synedra*)、隐藻(*Cryptomonas*)和栅藻(*Scenedesmus*)。

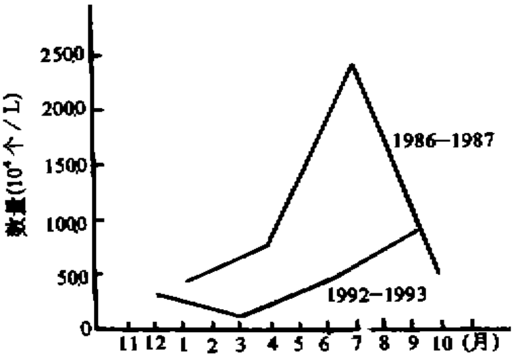
1987 年浮游植物的优势种类则由浮游的席藻(*Phormidium*)、板星藻和直链藻(*Melosira*)等丝状藻类和群体组成。1993 年的优势种类为丝状的席藻、束丝藻、小环藻和脆杆藻群体，且密度极大。

3.3 现存量

根据 3 次秋季对坝前和肖川两个采样点的调查结果分析(表 2)，其密度和现存量均有明显增加。1986 年坝前浮游植物现存量增长幅度较大，密度较蓄水前增加 100 倍，生物量增加十多倍；1986 年肖川现存量增加虽不多，但到 1993 年则大大增加，尤其是生物量增加 10 倍以上。

由图 4 可见，无论是密度还是生物量，浮游植物的季节变化曲线峰值是不同的。1987 年

维普资讯 http://www.cqvip.com



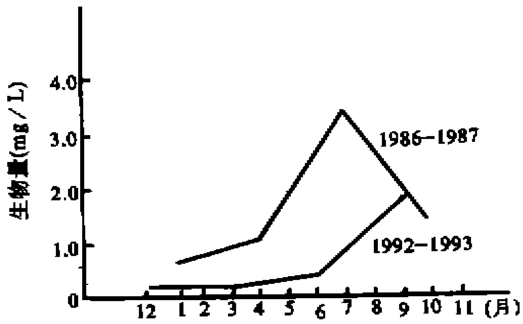


图 4 丹江口水库浮游植物现存量季节变化

Fig. 4 Seasonal variation of standing crop of phytoplankton in Danjiangkou Reservoir

表 2 丹江口水库浮游植物现存量的变化

Tab. 2 The variation of the standing crop of phytoplankton in Danjiangkou Reservoir

地 点	日 期	密度(10^4个/L)	生物量(mg/L)
坝 前	1958.9.28	7.22	0.095
	1987.10	758.70	1.128
	1993.9	133.20	2.860
肖 川	1958.10.4	44.61	0.532
	1987.10	53.46	0.378
	1993.9	312.00	7.050

的峰值出现在夏季(7月)，而1993年的峰值则出现在秋季(9月)。

3.4 与东湖浮游植物群落结构的演变过程比较

将水库浮游植物群落结构与东湖浮游植物演变过程[2]比较(表3)可见，1958年水库浮游植物现存量极低，优势种为适应河道流水的固着性藻类；1968年蓄水后，水文、形态和理化性状发生了变化，浮游植物群落结构亦逐渐演变为湖泊特征，表现为1993年水库浮游植物的密度和种类组成介于武汉东湖50～60年代水平[2]之间，其密度为100×10^4个/L左右，

表 3 丹江口水库与东湖浮游植物群落结构演替比较

Tab. 3 Comparison of phytoplankton succession in Danjiangkou Reservoir

年 份	丹江口水库 种类组成	丹江口水库 数量(万个/L)	丹江口水库 季节变动曲线	年份	东湖 种类组成	东湖 数量(万个/L)	东湖 季节变动曲线
1958	硅藻(80%)	7～44		1956～1957	甲藻(40%) 硅藻(20%)	5～10	春、秋两高峰
1986～1987	裸藻(50%) 甲藻(30%)	50～700	夏季一个高峰	1962～1963	绿藻(25%～40%) 蓝藻(20%～35%)	20～200	夏、秋一个高峰
1992～1993	蓝藻(30%) 甲藻(30%)		夏秋一个高峰	1973～1977	绿藻(30%) 蓝藻(30%)	50～500	夏、秋一个高峰

维普资讯 http://www.cqvip.com

种类组成为硅藻—甲藻—蓝藻型,季节变化为夏秋一个高峰。由此表明,水库建成以来,随着时间的推移,正向富营养化的方向发展。

致谢 承蒙黄祥飞研究员提出宝贵意见,余志堂研究员审阅,特此致谢。

参 考 文 献

1 E B 波鲁茨基等.丹江口水库库区水生生物调查和渔业利用意见.水生生物学集刊,1959.(1):33~56

2 饶钦止等.武汉东湖浮游植物的演变(1956~1975)和富营养化问题.水生生物学报,1980.7(1):1~17

COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHANGES OF PHYTOPLANKTON IN DANJIANGKOU RESERVOIR

Wu Hongjuan Peng Jianhua Han Deju Jian Dong Zhou Qing

(Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water Conservancy & Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430073)

Abstract

The community composition of phytoplankton was investigated in Danjiangkou Reservoir in December 1992, January, April and September 1993. A total of 60 genera were collected including 19 genera of Bacillariophycea, 26 genera of Chlorophycea and 8 genera of Cyanophycea. There were 42.18×10^4ind./L in annual mean density and 0.71 mg/L in biomass. It is showed that the number of species (37 genus) and standing crop (54.5×10^4 ind./L) in Hanjiang district were higher than those (26 genera and 26.5×10^4 ind./L) in Danjiang district.

This paper also summarizes the data of phytoplankton taken from the surveys made in 1958, 1986~1987 and 1992~1993 in Danjiangkou Reservoir, and discusses the main ecological changes of phytoplankton association (abundance, biomass, species composition and seasonal variation) before and after the construction of the reservoir. After dammed, the adundance of planktonic algae was increased by several times, from ten thousand to millions of individuals per liter. The dominance of Bacillariophycea was gradually replaced by Bacillariophycea, Cryptomonads and blue-green algae.

Key Words Phytoplankton community, ecological changes, Danjiangkou Reservoir