

文章编号:1005-8737(2001)01-0053-06

密云水库水生生物调查

赵 萌,王秀琳,秦秀英,刘建萍,陈 露
(北京市水产科学研究所,北京 100075)

摘 要:根据密云水库1996~1998年浮游生物、底栖生物的生物量、组成和季节变化,对其所能提供的滤食性鱼类的鱼产力进行了粗略的估算。调查结果表明:浮游植物生物量各站点平均值为1.05 mg/L,最高峰出现在6月和8月,优势类群为硅藻门和绿藻门;浮游动物生物量各站点平均值为1.87 mg/L,最高峰出现在7~9月,优势类群为桡足类;底栖生物数量和生物量各站点平均值分别为:数量 $2\,478.05\text{ m}^{-2}$,生物量 19.76 g/m^2 ,最高峰出现在12月,优势类群为水蚯蚓(数量)和软体动物(生物量)。以浮游生物量粗略估算滤食性鱼类鱼产力为 $2\times 10^6\text{ kg}$ 。

关键词:密云水库;水生生物;生物量;鲢鳙鱼产力
中图分类号:S932 **文献标识码:**A

密云水库是建于1958年的以防洪灌溉和渔业为主的综合利用水库,且为北京市主要饮用水源。密云水库属山谷型水库,总库容43.75亿 m^3 ,相应的水面面积为188 km^2 ,最大水深43.5 m,养鱼面积为91.3 km^2 。

密云水库明水期为3~12月,水温4.4~27.7℃;透明度平均为2.6 m(1.9~3.7 m);溶解氧10.22 mg/L;pH 7.92;总氮为1.37 mg/L;总磷为0.025 mg/L;N/P为55/1^[1]。密云水库现有鱼类42种,1996~1998年捕捞渔产量平均为 $1.94\times 10^6\text{ kg}$ 。

国内在1980~1981年对密云水库的理化生物状况曾做了全面的调查。本文主要根据1996~1998年对密云水库浮游生物和底栖生物的调查结果与1980~1981年的资料数据进行比较和分析,并根据浮游生物量粗略估算其所提供的滤食性鱼类的鱼产力。

收稿日期:2000-03-30

基金项目:北京市科委项目(9515019000)

作者简介:赵 萌(1973-),女,北京市水产研究所工程师,主要从事水生生物方面的研究。

1 材料与方法

库区共设8个采样点(1996年4~12月,1997、1998年3~4月为7个采样点),每月采样1次(图1)。根据池沼公鱼(*Hyppomesus olidus pallas*)和大银鱼(*Proeosalanx hyalocranius abbott*)主要活动水层,浮游生物样品分别采表层0.5 m水样、透明度水样和1倍透明度水样。

底栖生物采样及实验方法参照《内陆水域渔业自然资源调查手册》^[2]。底栖生物采样仅在两个站点进行。

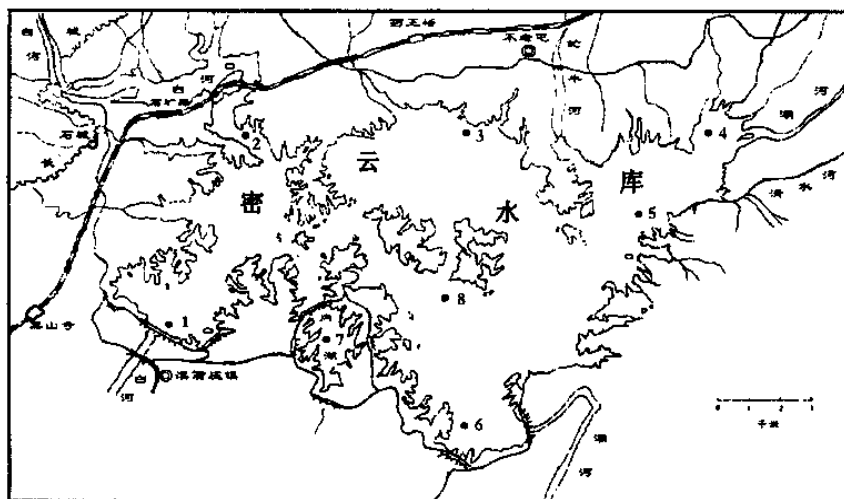
2 结果和分析

2.1 浮游植物

2.1.1 种类组成 本次调查共采到的浮游植物分属7个门共计50属:绿藻门18属,硅藻门10属,蓝藻门11属,甲藻门3属,隐藻门2属,金藻门3属,裸藻门3属见名录I。

2.1.2 生物量 1996~1998年浮游植物生物量:1.05 mg/L(0.07~15.7 mg/L)。其中硅藻门占55.14%,绿藻门占23.17%,甲藻门(含隐藻门)占16.45%,金藻门占2.69%,蓝藻门占1.45%,裸藻

门占1.03%。优势类群为:硅藻门、绿藻门,其生物量与浮游植物生物量呈显著的线性相关性($n=10$, $r=0.9768$)。各类群生物量变化见图2。



1. 白河主坝、白河出水口;2. 白河、蛇鱼川河、白马关入水口的汇合处;3. 不老屯鱼类保护区;4. 潮河、安达木河入水口的汇合处;5. 潮河、安达木河、清水河入水口的汇合处;6. 潮河主坝、潮河出水口;7. 内湖种源保护区;8. 库中心

图1 密云水库采样点分布图

Fig.1 Sampling stations in Miyun Reservoir

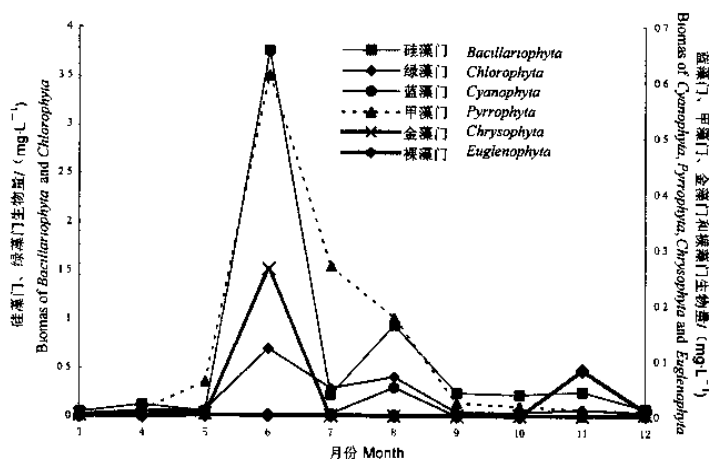


图2 浮游植物各门生物量月变化

Fig.2 Average variation of different phytoplanktons from 1996 to 1998

硅藻门生物量的变化范围为0.011~10.94 mg/L,除1996年7月和1997、1998年5~7月以及1997年12月以外,在全年各月的样品中均占优势,尤其在8、9月,其生物量迅速增加。其中小环藻(*Cyclotella* spp.)为密云水库常年出现的种类;针杆藻(*Synedra* spp.)、星杆藻(*Asterionella* spp.)、脆杆藻(*Fragilaria* spp.)是在春季和冬季大量出现的硅

藻。

绿藻门的生物量仅次于硅藻门,其种类较多,没有突出的优势种。经常出现的种类有衣藻(*Chlamydomonas* spp.)、小球藻(*Chlorella* spp.)、四角藻(*Tetradion* spp.)、盘星藻(*Pediastrum* spp.)、卵囊藻(*Oocystis* sp.)等。

蓝藻门生物量较低,仅1996年8月因尖头藻(*Raphidiopsis* sp.)大量出现生物量达到1.34 mg/L。常见种类为蓝球藻(*Chroococcus* sp.)。

甲藻门和隐藻门生物量主要由角甲藻(*Ceratium* sp.)和隐藻(*Cryptomonas* spp.)的生物量决定,其相对值仅在硅藻门和绿藻门生物量较低时较高。

密云水库金藻门仅在冬春季有一定的量,其它季节不常见,主要种类为棕鞭藻(*Ochromonas* sp.)和锥囊藻(*Dinobryon* spp.)。裸藻门为少量出现类群,偶尔相对量会有增加。

2.1.3 月变化 生物量月变化见图3,有2个高峰,

出现在6月、8月,以前者为最。

名录 I 浮游植物名录

Category I Phytoplankton composition of Miyun Reservoir

蓝藻门 Cyanophyta

微囊藻 *Microcystis* spp.

蓝球藻 *Chroococcus* sp.

四边藻 *Tetrapedia* sp.

念珠藻 *Nostoc* sp.

微鞘藻 *Microcoleus* sp.

拟鱼腥藻 *Anabaenopsis* sp.

隐藻门 Cryptophyta

蓝隐藻 *Chroomonas* sp.

甲藻门 Pyrrophyta

光甲藻 *Glenodinium* sp.

角甲藻 *Ceratium* sp.

金藻门 Chrysophyta

鱼鳞藻 *Mallomonas* sp.

锥囊藻 *Dinobryon* spp.

硅藻门 Bacillariophyta

直链藻 *Melosira* spp.

脆杆藻 *Fragilatia* spp.

星杆藻 *Asterionella* spp.

桥穹藻 *Cymbella* spp.

菱形藻 *Nitzschia* sp.

裸藻门 Euglenophyta

壳虫藻 *Trachelomonas* spp.

扁裸藻 *Phacus* spp.

绿藻门 Chlorophyta

衣藻 *Chlamydomonas* spp.

小球藻 *Chlorella* spp.

四角藻 *Tetradron* spp.

卵囊藻 *Oocystis* sp.

十字藻 *Crucigenia* sp.

新月藻 *Closterium* spp.

肾形藻 *Nephrocytium* sp.

伏氏藻 *Franceia* sp.

浮球藻 *Planktosphaeria* sp.

隐杆藻 *Aphanothece* sp.

平裂藻 *Merismopedia* spp.

尖头藻 *Raphidiopsis* sp.

颤藻 *Oscillatoria* spp.

席藻 *Phormidium* sp.

隐藻 *Cryptomonas* spp.

多甲藻 *Peridinium* sp.

棕鞭藻 *Ochromonas* sp.

小环藻 *Cyclotella* spp.

针杆藻 *Synedra* sp.

舟形藻 *Navicula* spp.

卵形藻 *Cocconeis* sp.

双菱藻 *Surirella* sp.

裸藻 *Euglena* spp.

多芒藻 *Golenkinia* sp.

顶棘藻 *Chodatella* sp.

月牙藻 *Selenastrum* spp.

盘星藻 *Pediastrum* spp.

栅藻 *Scenedesmus* spp.

角星鼓藻 *Staurastrum* sp.

拟新月藻 *Closteriopsis* sp.

腔星藻 *Coelastrum* sp.

胶囊藻 *Palmella* sp.

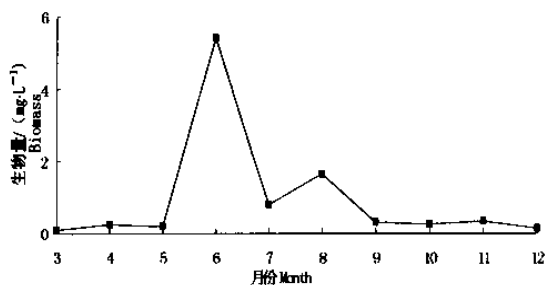


图 3 浮游植物生物量月变化

Fig.3 Mean variations of phytoplankton biomass from 1996 to 1998

2.1.4 水平分布 站点分布差异明显,7#点生物量最高。由于8#点是于1997年5月设立的,而1996年的生物量较高,这使得此点的平均值较低,从1997年和1998年各站点生物量的分布情况并结合3年平均值来看,生物量最低点应为5#点。生物量站点变化见图4。

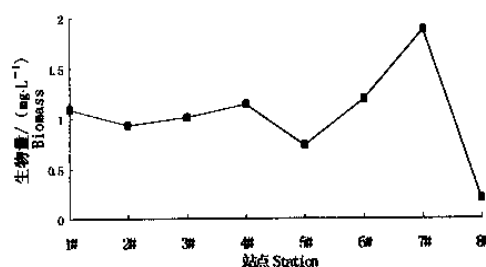


图 4 浮游植物生物量站点变化

Fig.4 Mean phytoplankton biomasses at different stations from 1996 to 1998

2.2 浮游动物

2.2.1 种类 采到原生动物11属,轮虫11属,枝角类6属,桡足类3属,见名录II。

名录 II 浮游动物名录

Category II Zooplankton composition of Miyun Reservoir

原生动物 Protozoa

表壳虫 *Arcella* sp.

匣壳虫 *Centropyxis* sp.

累枝虫 *Epistylis* sp.

急游虫 *Strombidium* spp.

筒壳虫 *Tintinnidium* spp.

似铃壳虫 *Tintinnopsis* spp.

砂壳虫 *Diffugia* spp.

钟形虫 *Vorticella* spp.

弹跳虫 *Halteria* spp.

焰毛虫 *Askenasia* spp.

太阳虫 *Actinophrys* spp.

轮虫 Rotifera

臂尾轮虫 *Brachionus* sp.

晶囊轮虫 *Asplanchna* sp.

同尾轮虫 *Diurella* spp.

多肢轮虫 *Polarthra* sp.

泡轮虫 *Pompholyxsulcata* sp.

聚花轮虫 *Conochilus* sp.

龟甲轮虫 *Keratella* spp.

腹尾轮虫 *Gastropus* sp.

异尾轮虫 *Trichocerca* spp.

疣毛轮虫 *Synchaeta* spp.

三肢轮虫 *Filinia* spp.

枝角类 Cladocera

秀体水蚤 *Diaphanosoma* spp.

网纹水蚤 *Ceriodaphnia* spp.

象鼻水蚤 *Bosmina* spp.

水蚤 *Daphnia* spp.

裸腹水蚤 *Moina* spp.

薄皮水蚤 *Leptodora* sp.

桡足类 Copepoda

镖水蚤 *Neodiaptomus* sp.

猛水蚤 *Canthocamptus* sp.

剑水蚤 *Cyclops* spp.

无节幼体 *Nauplius*

2.2.2 生物量 1996~1998年浮游动物生物量各

站点平均值为 1.87 mg/L。其中桡足类占 47.23%，枝角类占 41.70%，轮虫占 10.63%，原生动物占 0.45%。桡足类、枝角类为优势类群，其生物量与浮游动物生物量呈线性显著相关($n=10$, $r=0.9925$)。

原生动物生物量年变化规律不明显。其生物量占浮游动物总量的比例极低，主要种类为：表壳虫(*Arcella* sp.)、焰毛虫(*Askenasia* spp.)和累枝虫(*Epistylis* sp.)等。

轮虫全年都有一定量，高峰出现在 7 月和 9 月。常见种类为：龟甲轮虫(*Keratella* spp.)、疣毛轮虫(*Synchaeta* spp.)、多肢轮虫(*Polyarthra* sp.)和晶

囊轮虫(*Asplanchna* sp.)等。

枝角类生物量在 4 月、5 月的开始增长阶段和 7 月的高峰期是浮游动物的基本组成部分，9 月后呈明显的下降趋势。其主要种类为：象鼻水蚤(*Bosmina* spp.)和水蚤(*Daphnia* spp.)等。

桡足类及无节幼体生物量变化范围为 0.13~2.71 mg/L，高峰出现在 8~10 月，在夏秋季和冬季是浮游动物的主要组成部分。主要种类为剑水蚤(*Cyclops* spp.)及无节幼体(*Nauplius*)，而镖水蚤(*Neodiaptomus* sp.)及猛水蚤(*Canthocamptus* sp.)仅偶尔见到。各类群生物量变化如图 5a、5b 所示。

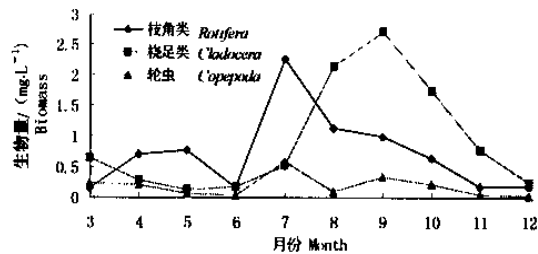


图 5a 轮虫、枝角类和桡足类生物量月变化

Fig. 5a Average monthly variations of Rotifera, Cladocera and Copepoda from 1996 to 1998

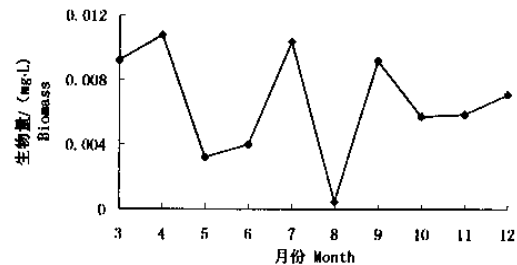


图 5b 原生动物生物量月变化

Fig. 5b Average monthly variation of Protozoa for 1996 to 1998

2.2.3 月变化 生物量高峰出现在 7~10 月。见图 6。

2.2.4 水平分布 8 个站点生物量差异明显，见图 7。以 7#、4# 浮游动物量最高。各站点分布情况为：

7# > 4# > 5# > 3# > 1# > 2# > 8# > 6#。与浮游植物相同，8# 浮游动物样品的采集是从 1997 年 5 月开始的，若结合 1997 年和 1998 年的生物量分布情况来看，2# 点的生物量应低于 8#。

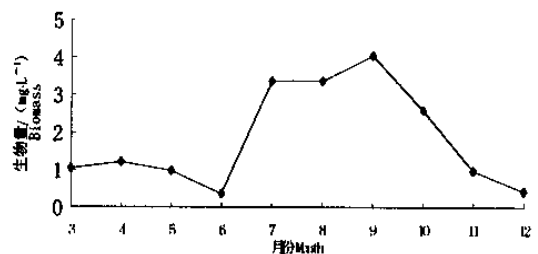


图 6 浮游动物生物量月变化

Fig. 6 Monthly mean variation of zooplankton biomass for 1996~1998

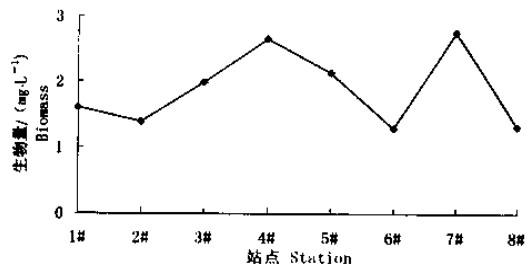


图 7 浮游动物生物量站点变化

Fig. 7 Mean biomasses of zooplankton at different stations for 1996~1998

2.3 浮游植物与浮游动物的关系

1996~1998 年浮游植物与浮游动物生物量月变化见图 8。它们的生物量无明显的相关关系($n=10$, $r=0.0369$)。一般来说,浮游植物和浮游动物

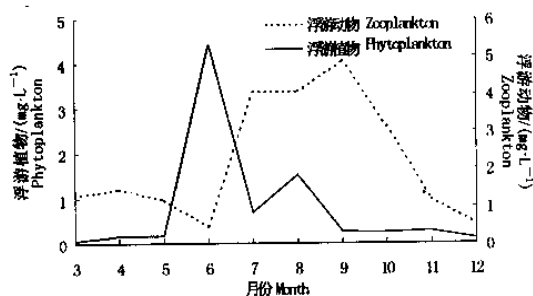


图 8 浮游生物生物量月变化

Fig. 8 Monthly variations of plankton for 1996~1998

的关系是相互的,浮游动物一般滤食浮游植物,因而浮游植物生物量增加浮游动物生物量也增加,但同时二者之间的关系也受水体中细菌团、腐屑量和在水体中生活的鱼类的食性的影响。与 1980~1981 年相比,1996~1997 年密云水库浮游植物量有所减

少(分别为 2.58 和 1.05 mg/L),而浮游动物量呈增加的趋势(分别为 0.96 和 1.87 mg/L)。浮游植物量的降低并没有影响浮游动物量的增长。由此可见,细菌和腐屑在浮游动物的营养中也起了一定的作用。

2.4 底栖生物

2.4.1 种类 共采到摇蚊幼虫、环节动物、软体动物 3 大类。其中摇蚊幼虫(数量:28.16%,生物量:27.64%)和环节动物中的寡毛类(数量:75.73%,生物量:25.24%)为优势类群,软体动物虽仅在个别月份采到,但由于其个体生物量较大,直接影响底栖生物生物量的变化。见图 9a、9b。

2.4.2 数量与生物量

1996~1998 年底栖生物数量和生物量各站点平均值为:数量 $2\,478.05\text{ m}^{-2}$,生物量 19.76 g/m^2 。底栖生物生物量高峰出现在春季和冬季。摇蚊幼虫生物量高峰出现在 3 月和 12 月;寡毛类生物量高峰出现在 6 月和 8 月。

3 讨论

(1)1996~1998 年与 1980~1981 年(磷酸盐: 0.038 mg/L ,无机氮: 1.20 mg/L)相比,1996~1998

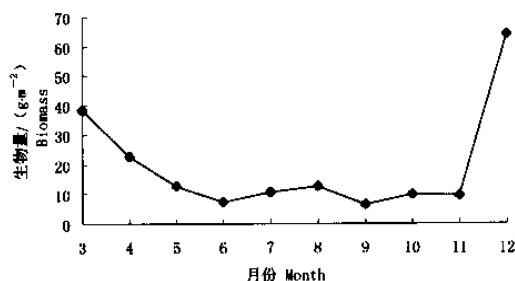


图 9a 底栖生物生物量月变化

Fig. 9a Monthly mean variation of zoobenthos biomass for 1996~1998

年无机氮(1.16 mg/L)变化不大,磷酸盐($<0.025\text{ mg/L}$, N/P: 55/1)有所减少。一般来说,硅藻门的小环藻和针杆藻是喜清洁水质的^[3],与 1980~1981 年相比,1996~1998 年小环藻数量占浮游植物总量比例有所增加(分别为 30.54% 和 47.72%),这可能

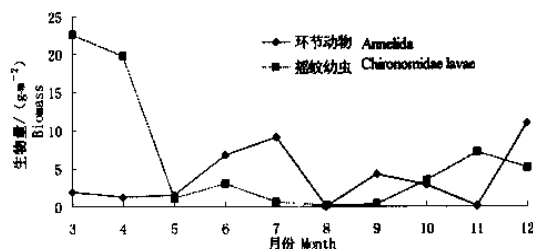


图 9b 摇蚊幼虫和环节动物生物量月变化

Fig. 9b Average variations of Chironomidae larvae and Annelida for 1996~1998

与磷酸盐的降低有关。磷是构成核质的原料,能促进水中固氮细菌和硝化细菌的繁殖,还是浮游植物生长的限制因子^[4]。密云水库磷的含量较低(磷酸盐 $<0.025\text{ mg/L}$),这可能是浮游植物生物量降低的原因(表 1)。

表 1 1996~1998 年与 1980~1981 年浮游植物各门所占比例比较¹⁾

Table 1 Ratio comparison of various phytoplankton for 1980~1981 and 1996~1998

项目 Item	时间 Period	硅藻门/% Bacillariophyta	绿藻门/% Chlorophyta	蓝藻门/% Cyanophyta	甲藻门/% Pyrrophyta	金藻门/% Chrysophyta	裸藻门/% Euglenophyta	总量 Total
数量 In number	1996~1998 年	66.54	23.59	5.85	0.97	3.03	0.02	1.50×10^6 个/L
	1980~1981 年	37.06	40.27	1.83	18.76	1.70	0.38	1.38×10^6 个/L
生物量 In biomass	1996~1998 年	55.14	23.17	1.45	16.45	2.69	1.03	1.05 mg/L
	1980~1981 年	46.22	22.58	0.92	28.65	1.69	0.29	2.58 mg/L

(2)浮游动物的数量较低而生物量较大,主要是 1998 年:15.50%,1980~1981 年:0.54%),见表 2。由于桡足类和枝角类所占比例增加造成的(1996~

表 2 1996~1998 与 1980~1981 年浮游动物各门所占比例比较

Table 2 Ratio comparison of various zooplankton for 1980~1981 to 1996~1998

项目 Item	时间 Period	原生动物/% Protozoa	轮虫/% Rotifera	枝角类/% Cladocera	桡足类 Copepoda	总量 Total
数量 In number	1996~1998 年	77.94	6.56	8.73	6.77	287.41/L
	1980~1981 年	86.89	12.58	0.18	0.36	5098.75/L
生物量 In biomass	1996~1998 年	1.10	13.89	39.69	45.32	1.87 mg/L
	1980~1981 年	12.20	46.41	16.38	24.84	0.96 mg/L

(3)底栖生物多数有重要的渔业价值,特别是寡毛类和摇蚊幼虫,可作为鱼类的重要饵料^[4]。密云水库寡毛类和摇蚊幼虫的峰值出现在春季和冬季,此时浮游生物量较低,大量的底栖生物可在一定程度上缓解鱼类饵料不足的矛盾。以产量占渔获物总量 40.1% 的池沼公鱼为例,在冬春季所捕的个体中,80% 个体的消化道内有摇蚊幼虫,而在其它季节捕获个体的消化道中则没有发现。

(4)1996~1998 年密云水库浮游生物生物量各站点平均值:浮游植物为 1.05 mg/L;浮游动物为 1.87 mg/L。

以鲢为代表粗略估算浮游植物可提供的鱼产力^[5,6]:养鱼水深定为 15 m,则每 km² 约产浮游植物 1.5×10^4 kg,浮游植物的 P/B 值定为 50,鱼对浮游植物的利用率定为 20%,饵料系数为 50,则由浮游植物提供的鱼产力约为:

$$1.5 \times 10^4 \times 50 \times 20\% \div 50 = 3 \times 10^3 (\text{kg/km}^2)$$

以鳊为代表粗略估算浮游动物可提供的鱼产力^[5,6]:则每 km² 约产浮游动物 2.85×10^4 kg,浮游

动物的 P/B 值定为 20,饵料利用率为 50%,饵料系数为 30,则由浮游动物提供的鱼产力约为:

$$2.85 \times 10^4 \times 20 \times 50\% \div 30 = 9.5 \times 10^3 (\text{kg/km}^2)$$

由浮游生物提供的滤食性鱼类的鱼产力约为 $1.25 \times 10^4 (\text{kg/km}^2)$ 。由于滤食性鱼类对食物的选择性有限,尚有未被利用的腐屑、细菌团等,可提供的鱼产力估计相当于浮游生物提供的 1/2,因此滤食性鱼类鱼产力每亩约为 1.88×10^4 kg。根据近几年的养鱼面积按 107 km² 计算,密云水库年滤食性鱼类鱼产力约为 2×10^6 kg。

参考文献:

- [1] 秦秀英,陈露,王秀琳,等.密云水库环境的现状和变化趋势[J].中国水产科学,1998,5(4):57-62.
- [2] 张觉民,何志辉.内陆水域自然资源调查手册[M].北京:农业出版社,1991.1-392.
- [3] 赵斌,丁庆秋,吴志文.外源氮磷添加对太平湖水浮游植物群落结构影响的生态模拟实验[J].水利渔业,1994,5:18-20.
- [4] 李永函.淡水生物学[M].北京:高等教育出版社,1993.523.
- [5] 何志辉.清河水库的浮游生物[J].水生生物学集刊,1983,8(1):71-84.
- [6] Wetzel R G. Limnology[M]. Philadelphia London Toronto. 1975.

(下转 81 页)

1)密云水库渔业自然资源调查报告,1983.