

①

78-86

鲢鳙对浮游动物群落结构的影响^①

杨宇峰 黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

0958.15

摘要 1990年4—7月,在武汉东湖运用围圈的方法,研究了鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)对浮游动物群落结构的影响。观察表明:在鲢鳙混养的围圈中,原生动物和小型轮虫的数量较多,而甲壳动物和大型轮虫较少。在无鱼的围圈中,结果正好相反。

就浮游动物平均生物量而论,无鱼的两个围圈(55.035mg/L和38.374mg/L)比鲢鳙混养的两个围圈(3.028mg/L和3.490mg/L)高得多。

甲壳动物(无节幼体除外)的体长频度分布表明:在无鱼的围圈中,大型甲壳动物的频度比有鱼的围圈高得多。

围圈实验表明:鲢鳙的摄食促进了浮游动物向小型化方向发展。

关键词 鲢 鳙 浮游动物 群落结构 体长频度分布

东湖位于武汉市东郊,是一个中型浅水湖泊。按海拔20.5m水位计算,总面积为27.9km²。全湖平均水深2.21m,最大深度4.75m,常年水位比较稳定^[6]。东湖渔获物结果表明,鲢鳙是该湖的主体鱼类,占总渔产量的95%以上,产量约11250kg/ha左右。对东湖浮游动物长期的定位监测表明,浮游动物的种类组成发生了显著变化,昔日的优势种类,目前已为其它种类所取代^[2,4]。浮游动物小型化趋势十分明显,对这种现象有过不少推测和分析,却没有在实验方面加以验证。为此,本研究旨在应用围圈实验生态方法,探讨鲢鳙对浮游动物群落结构的影响,以为建立兼顾环境与渔业优化模式提供科学依据。

一、材料和方法

(一) 围圈设置

1990年4—7月,在东湖水果湖区,用楠竹和不透水的聚丙烯织布,设置正方形的围圈4个,每个围圈面积为6.25(2.5×2.5)m²,容积约12.5m³,底部与底泥相通。

(二) 鱼类的放养和回捕

鲢鳙混养的围圈用HY+AR表示,无鱼的围圈用NF表示。放养和回捕情况见表1。

(三) 样品的采集

1990年4月5日进行放养鱼种前第一次采样,以后一般隔10—15天采样一次。

在0.0、0.5、1.0、1.5m处,各取2.5L水样,混合后,用25 μ m浮游生物网过滤,作为甲壳

① 国家自然科学基金资助项目(3870371)。

动物的定量样品。在 0.0、1.0m 处各取 2.5L 混合后, 取 1L 经沉淀浓缩, 作为计数原生动物、轮虫的样品。用 25 μ 浮游生物网捞取少量定性样品, 以作种类鉴定。

表 1 鲢鳙的放养和回捕

Tab. 1 Stocking and recapture of silver carp and bighead

组 别		放 养(4月6日)		回 捕(9月17日)	
		HY+AR(1)	HY+AR(2)	HY+AR(1)	HY+AR(2)
鲢 (HY)	尾 数	4	4	4	4
	均重 (g/ind.)	21.3 (17.0—28.0)	23.0 (21.0—27.0)	92.0 (55.0—131.0)	143.5 (122.0—173.0)
鳙 (AR)	尾 数	2	2	1	2
	均重 (g/ind.)	31.5 (31.0—32.0)	24.0 (23.0—25.0)	128.0 注: 6月28日死花鲢 1尾	92.5 (91.0—94.0)

(四) 计数方法

甲壳动物全部计数, 并随机取样 50 个标本, 在目测微尺下测量其体长; 原生动物和轮虫各取 0.1mL 和 1mL 计数。

(五) 生物量的测算

原生动物和轮虫根据体积法估算生物体积, 并假定比重为 1, 获得生物量。甲壳动物则根据体长与体重回归方程^[1], 由体长(mm)求得体重(湿重, mg), 主要回归方程为:

$$\text{桡足类(Copepods)}: W = 0.029L^{2.9605}$$

$$\text{蚤(Daphnia)}: W = 0.075L^{2.8501}$$

$$\text{裸腹蚤(Moina)}: W = 0.083L^{2.3814}$$

$$\text{薄皮蚤(Leptodora)}: W = 0.0189L^{2.3660}$$

$$\text{象鼻蚤(Bosmina)}: W = 0.1845L^{2.8723}$$

$$\text{秀体蚤(Diaphanosoma)}: W = 0.042L^{1.7300}$$

无节幼体取 I—VI 平均值, 每个按 0.0030mg 计算。

二、结 果

(一) 浮游动物的主要种类组成

浮游动物的四大类中, 原生动物种类较多, 其中纤毛类最为突出。主要种类有, 淡水筒壳虫(*Tintinnidium fluviatile*)、侠盗虫(*Strobilidium*)、大弹跳虫(*Halteria grandinella*)、单环栉毛虫(*Didinium balbianii*)、双环栉毛虫(*D. nasutum*)、绿急游虫(*Strombidium viride*)、钟虫(*Vorticella*)。

轮虫中的主要种类有, 裂痕龟纹轮虫(*Anuraeopsis fissa*)、暗小异尾轮虫(*Trichocerca pusilla*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)、螺形龟甲轮虫(*Keratella cochlearis*)、曲腿龟甲轮虫(*K. valga*)、角突臂尾轮虫(*Brachionus angularis*)、萼花臂尾轮虫(*B. calyciflorus*)、剪形臂尾轮虫(*B. forficula*)、前节晶囊轮虫(*Asplanchna priodonta*)、卜氏晶囊轮虫(*A. brightwelli*)等。小链巨头轮虫(*Cephalodella catellina*)、前翼轮虫(*proales*)有时也能形成较大种群。

枝角类中以透明溞(*Daphnia hyalina*)、短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)和微型裸腹溞(*Moina micrura*)较多。

桡足类中,广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*)、近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)、台湾温剑水蚤(*Thermocyclops taihokuensis*)较多,哲水蚤很少。

(二) 浮游动物的现存量

1. 浮游动物的数量

从浮游动物总平均数量看, HY+AR(1)和 HY+AR(2)中分别为 13720.5 和 10023.2 ind./L, NF(1)和 NF(2)分别为 8789.3 和 6062.6 ind./L, 有鱼的围圈中浮游动物的总数要高于无鱼的围圈。

原生动物的数量曲线表明:1990年4—7月,除了第一次采样(放鱼前)有些差异外,其余各次采样,均以鲢鳙混养的两个围圈较多(图1)。

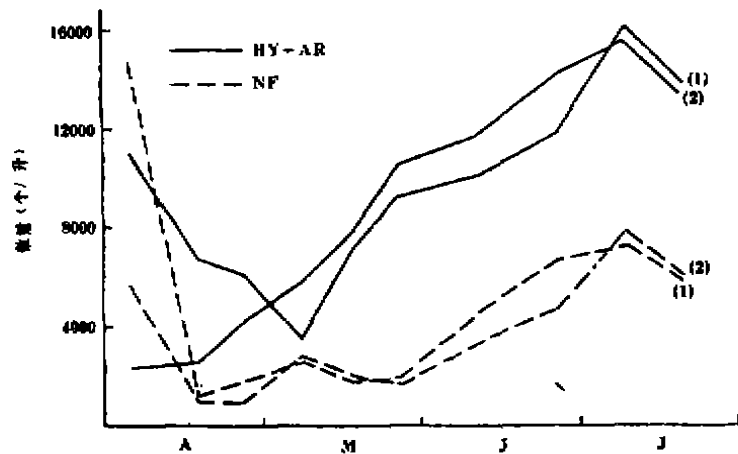


图1 在有鱼和无鱼的围圈中原生动物的数量变动(1990年4—7月)

Fig. 1 Changes in abundance of protozoa in the enclosures with and without fish

图2为轮虫的数量变动曲线。轮虫总的数量变动不甚规则,在有鱼和无鱼的围圈中,数量各有高低。

裂痕龟轮虫、暗小异尾轮虫是两种小型轮虫,它们的数量均以鲢鳙混养的两个围圈较高。针簇多肢轮虫、螺形龟甲轮虫、晶囊轮虫、臂尾轮虫,它们的体型较大,其数量均以无鱼的围圈较多(图2)。

枝角类总的数量曲线表明:在无鱼的两个围圈中,其数量远比鲢鳙混养的围圈多。尤其是透明溞,在4—6月占据优势。5月7日,数量竟高达 969 ind./L。而在有鱼的两个围圈,数量很少。秀体溞和裸腹溞的数量曲线同样表明:在无鱼的围圈中数量较多,而在有鱼的围圈中却很少(图3)。

和枝角类的数量变动曲线相似,在无鱼的两个围圈中,桡足类总的数量,以及剑水蚤、哲水蚤、无节幼体均高于鲢鳙混养的围圈(图4)。

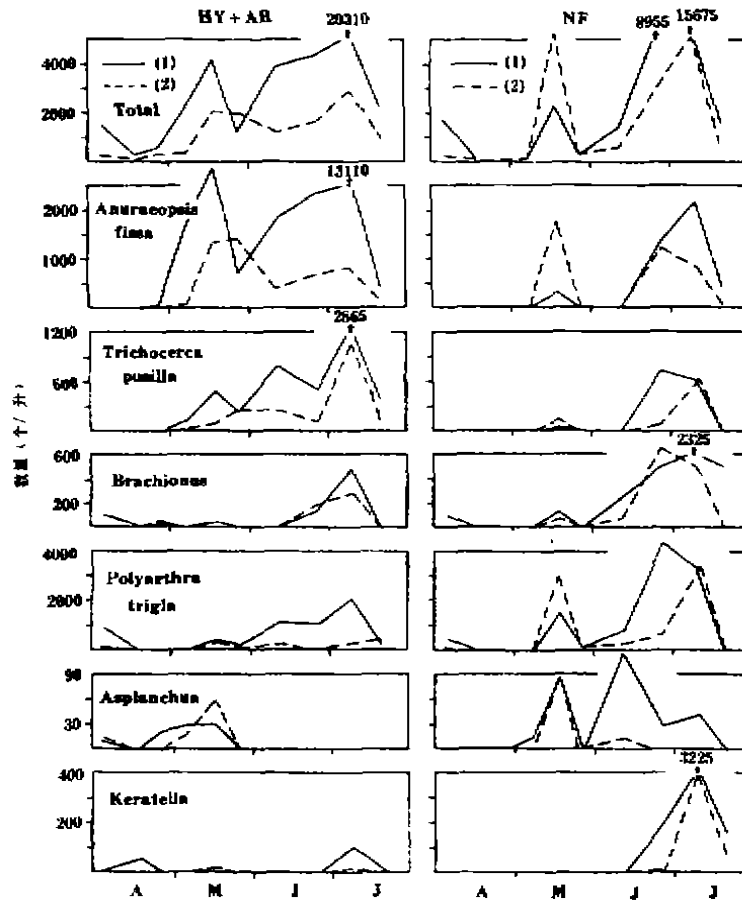


图2 在有鱼和无鱼的围圈中轮虫的数量变动(1990年4—7月)

Fig. 2 Changes in abundance of common rotifer species in the enclosures with and without fish

2. 浮游动物的生物量

图5描述了1990年4—7月,浮游动物总平均生物量的变动趋势。在无鱼的两个围圈中浮游动物总平均生物量远远高于鲢鳙混养的两个围圈。在NF(1)和NF(2)中分别高达55.035和38.374mg/L,而HY+AR(1)和HY+AR(2)中仅有3.028和3.490mg/L。将有鱼和无鱼的两组围圈分别平均,无鱼的围圈中浮游动物总平均生物量是鲢鳙混养围圈的7倍之多(图5)。

3. 浮游动物数量和生物量百分组成的比较

浮游动物的现存量若以数量表示,则原生动物的比例之大,十分突出,其次为轮虫,甲壳动物最少。统计结果表明, HY+AR(1)和HY+AR(2)中原生动物所占的百分比均高于NF(1)和NF(2),其百分比分别为69.42%、87.10%、54.61%、58.64%。而甲壳动物的百分含量正好相反,分别为0.57%、1.19%和8.61%、13.7%,以NF(1)和NF(2)较高。

生物量的百分组成与数量百分组成相反,甲壳动物占浮游动物总生物量的百分比最高,

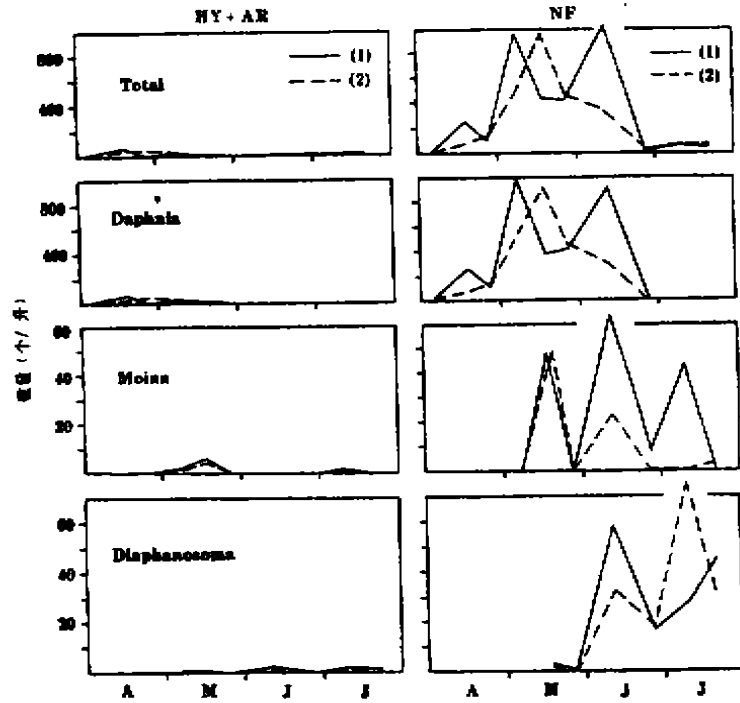


图 3 在有鱼和无鱼的围圈中枝角类的数量变动(1990年4—7月)
 Fig. 3 Changes in abundance of cladocerans in the enclosures with and without fish

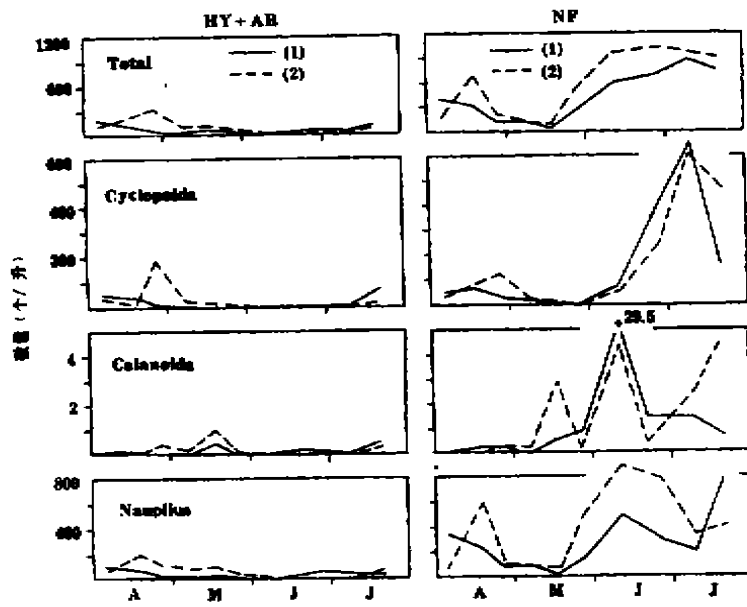


图 4 在有鱼和无鱼的围圈中桡足类的数量变动(1990年4—7月)
 Fig. 4 Changes in abundance of copepods in the enclosures with and without fish

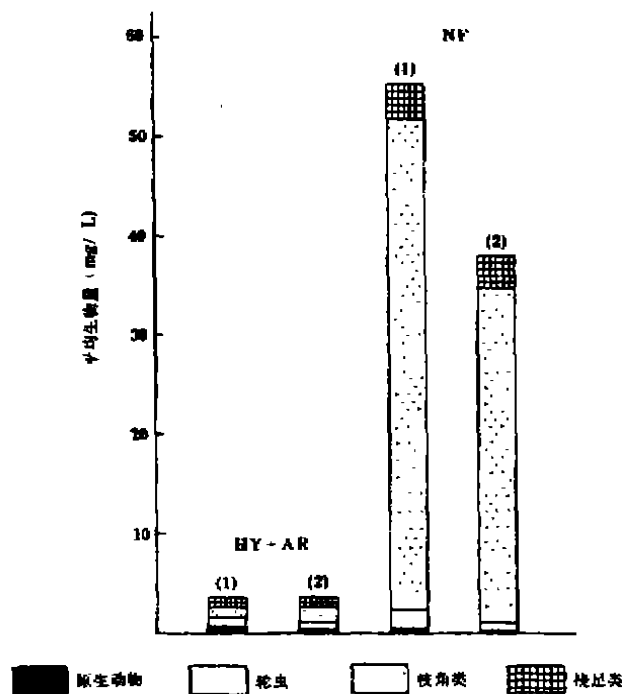


图 5 在有鱼和无鱼的围圈中浮游动物的平均生物量(1990年4—7月)

Fig. 5 Average biomass of zooplankton in the enclosures with and without fish

其次是轮虫,原生动物最低。在无鱼的围圈中,甲壳动物生物量占总生物量的百分比分别高达 95.95%和 97.41%,而在鲢鳙混养的围圈中,甲壳动物所占的百分比只有 50.80%和 62.25%。

由于鲢鳙摄食甲壳动物,导致有鱼的围圈中,大型浮游动物数量减少,小型浮游动物的数量和百分组成增加,导致浮游动物小型化。

(三) 甲壳动物体长频度分布

为了考察鲢鳙对浮游动物个体大小的影响,1990年4月5日(放鱼前)对各围圈中甲壳动物(无节幼体除外)的体长进行了测量,获得了体长频度分布(图6)。可以看出,各围圈中体长在 0.6—1.4mm 的个体较多,都有体长达 2.0mm 的大型个体出现,体长频度分布基本一致。

可是,放养鲢鳙一个月后(5月7日),再对各围圈中的甲壳动物作一体长频度分布(图7),二组围圈中情况迥然不同。在无鱼的两个围圈中仍有 2.0mm 以上的大型个体出现,而在鲢鳙混养的围圈中却没有。统计结果表明,1.5mm 以上的个体在 NF(1)和 NF(2)中的频度分别为 0.28 和 0.24,在 HY+AR(1)和 HY+AR(2)中仅有 0.02 和 0.04。将两组围圈测定结果平均,无鱼的围圈中,1.5mm 上甲壳动物的频度是鲢鳙混养围圈的 13 倍。

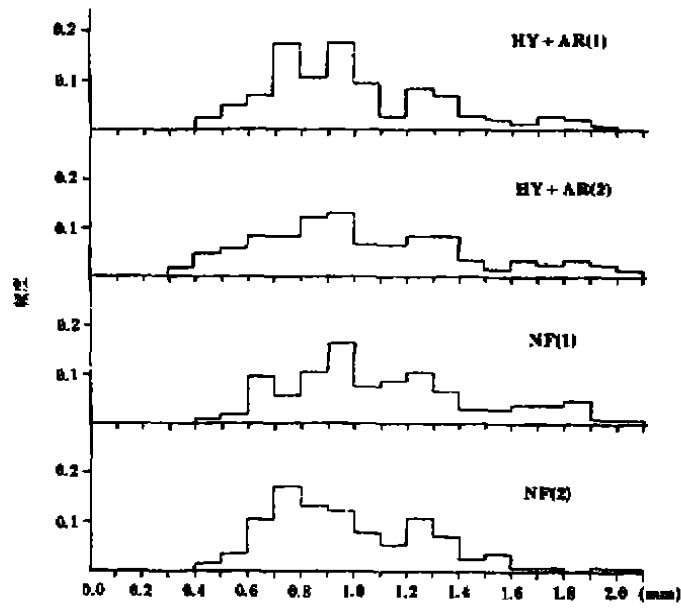


图 6 放鱼前,各围圈中甲壳动物(无节幼体除外)的体长频度分布(1990.4.5)
 Fig. 6 Size-frequency distributions of the crustacean zooplankton
 (copepod nauplius excluded) in the all enclosures before the fish were stocked

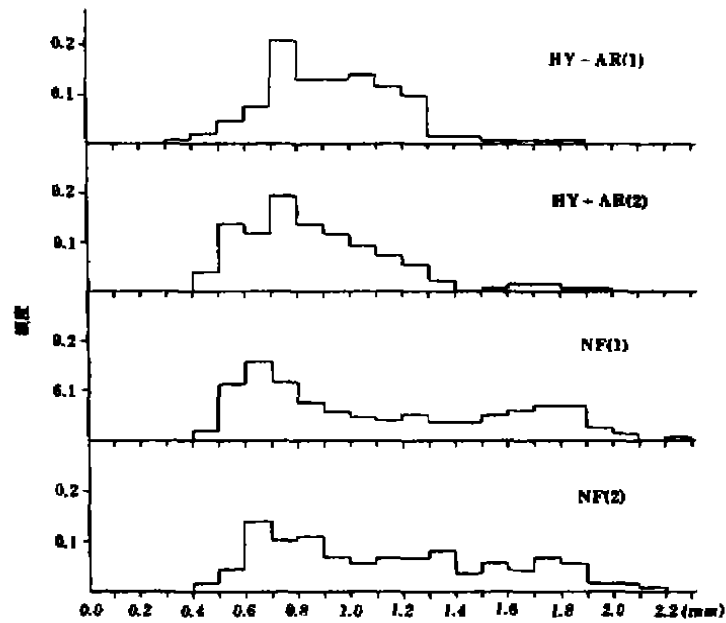


图 7 在有鱼和无鱼的围圈中甲壳动物(无节幼体除外)的体长频度分布(1990.5.7)
 Fig. 7 Size-frequency distributions of the crustacean zooplankton
 (copepod nauplius excluded) in the enclosures with and without fish

三、讨 论

(一) 鲢鳙对浮游动物种类组成和现存量的影响

鲢鳙是我国主养的滤食性鱼类,肠内含物分析表明:鲢鳙均能摄食浮游动物^[9,12]。同时,由于轮虫、枝角类、桡足类均能摄食 5—20 μm 之间的颗粒^[10],它们之间必定产生食物竞争。目前,竞争和捕食相互影响被认为是导致浮游动物种类季节演替的主要原因^[11]。

鱼类对大型浮游动物,特别是对大型甲壳动物的捕食,国内外学者已从多方面得到证实。Arcifa, Northcote 和 Froehlich(1986)的围圈实验表明:在无鱼的围圈中,有大型的枝角类,如蚤、微型裸腹蚤存在,而在有鱼的围圈中,这些枝角类均没有出现^[6]。黄祥飞、陈少莲也从不同的角度,证实了鲢鳙对透明蚤的消化利用^[3,4]。本实验中,鲢鳙混养的围圈,蚤、微型裸腹蚤、短尾秀体蚤的数量很少,可以认为这是鲢鳙摄食的结果。而在无鱼的围圈中,由于没有鲢鳙的摄食,因而它们的数量较多。

许多研究证实,一般以浮游生物为食的鱼类都有一个重要特征,它们对湖泊中浮游动物的个体大小和形状有所选择。通常首先选择大型浮游动物,如果在同等大小的条件下,鱼类首先摄食枝角类,其次是哲水蚤,最后才选食剑水蚤^[7]。本试验中,鲢鳙混养的围圈,桡足类的数量很少,鲢鳙摄食可能是主要原因之一。

在鲢鳙混养的围圈中,原生动物数量较多,这可能是鲢鳙首先摄食大型浮游动物(如甲壳动物)后,减轻了与大型浮游动物竞争食物的压力,而有助于原生动物的发展。而在无鱼的围圈中,由于有较多的甲壳动物存在,原生动物在竞争中处于劣势,因而数量较少。

从轮虫的数量曲线看,鲢鳙混养的围圈和无鱼的围圈比较,似乎无规律可循。但考察一下轮虫的大小,差别还是明显的。体型较小的轮虫,如裂痕龟纹轮虫、暗小异尾轮虫等,以鲢鳙混养的围圈较多。

龟甲轮虫、针簇多肢轮虫,尽管体型不大,但在围圈这种有限环境里,还是很有可能被鲢鳙摄食。体型较大的臂尾轮虫、晶囊轮虫则多为鲢鳙摄食,因而在鲢鳙混养的围圈中,上述几种轮虫的数量较少。

无鱼的围圈中,由于大型甲壳动物数量较多,因而总生物量亦较高。相反,鲢鳙混养的围圈中,尽管浮游动物总数较多,但由于大型甲壳动物很少,因而生物量远低于无鱼的围圈。

实验表明,由于鲢鳙对浮游动物滤食的结果,导致有鱼的围圈中浮游动物数量高,生物量低,而无鱼的围圈中,为相反分布格局。

(二) 鲢鳙对甲壳动物个体大小的影响

Brooks and Dodson(1965)在研究美国的 Crystal 湖,滤食性鱼类——鲱鱼(*Alosa*)的种群变动对水体中浮游动物种类和体长大小的影响时,发现:在同一湖泊中,当 *Alosa* 种群密度很高时,绝大多数浮游动物个体的体长小于 0.6mm,而当水体中 *Alosa* 种群密度不高或缺乏时,浮游动物的体长多在 0.5mm 以上^[8]。

1990 年的围圈实验也得到了相似的结论。放鱼前,各围圈中甲壳动物的体长频率分布基本一致,都有大型甲壳动物出现。但放鱼后的围圈与无鱼的围圈比较,有鱼的围圈中,大型甲壳动物的频度比无鱼的围圈低很多。这显然是由于鲢鳙首先摄食大型甲壳动物的结果。

综上所述,由于鲢鳙选择性滤食,导致浮游动物的小型化。由此可以推断,如今东湖浮游

动物种类变化, 鲢、鳙的大量摄食无疑是一个重要的生态因素。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院水生生物研究所. 淡水渔业增产新技术. 南昌, 江西科学技术出版社, 1988, 622—647.
- [2] 刘建康主编. 东湖生态学研究. 北京, 科学出版社, 1991, 104—129.
- [3] 陈少莲等. 鲢、鳙鱼种对透明藻消化利用的研究. 鱼类学论文集(第四辑). 北京, 科学出版社, 1985, 163—170.
- [4] 黄祥飞等. 环境压迫的东湖浮游动物的变动. 长江流域资源、生态、环境与经济开发研究论文集(一), 1988, 251—256.
- [5] 龚伦杰等. 武昌东湖底质的类型及其分布. 海洋与湖沼, 1985, 7(2), 181—194.
- [6] Arcifa, M. S., Northcote, T. G. & Froehlich, O. . Fish-zooplankton interactions and their effects on water quality of a tropical Brazilian reservoir. *Hydrobiologia*, 1986, 139, 49—58.
- [7] Brooks, J. L. . Eutrophication and changes in the composition of the zooplankton. Eutrophication, Washington, National Academy of Sciences, 1969, 236—255.
- [8] Brooks, J. L. and Dodson, S. L. . Predation, body-size and composition of plankton. *Science*, 1965, 150, 28—35.
- [9] Cremer, M. C. and Smitherman, R. O. . Food habits and growth of silver and bighead carp in cages and ponds. *Aquaculture*, 1980, 20, 57—64.
- [10] de Bernardi, R. , Giassani, G. & Manca, M. . Cladocera, Predators and prey. *Hydrobiologia*, 1987, 145, 225—243.
- [11] Sommer, U. (Ed), *Plankton Ecology, succession in plankton communities*. Berlin, Springer-Verlag, 1989, 253—296.
- [12] Spataru, P. . Gut contents of silver carp-*Hypophthalmichthys molitrix* (Val) and some trophic relations to other fish species in a polyculture system. *Aquaculture*, 1977, 11, 137—146.

THE INFLUENCE OF SILVER CARP AND BIGHEAD ON THE ZOOPLANKTON COMMUNITY STRUCTURE

Yang Yufeng

Huang Xiangfei

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072*)

Abstract

The influence of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead (*Aristichthys nobilis*) on the zooplankton community structure in Donghu Lake, Wuhan was studied using enclosure method during April-July 1990.

In the enclosures where silver carp and bighead were stocked, the average densities of the Protozoa and some small-sized rotifers were high, while those of crustacean and large-sized rotifers were low. In the enclosures without fish, the results were opposite.

The average biomass of zooplankton was much higher in the two enclosures without fish (55.035 mg/L and 38.374mg/L) than in the two enclosures with fish (3.028mg/L and 3.490mg/L) during April-July 1990.

The examination of the size-frequency distributions of the crustacean (copepod nauplius excluded) shows that the frequency of the large-sized crustacean was higher in the enclosures without fish than in the enclosures with fish.

The enclosure experimental results show that the feeding of silver carp and bighead resulted in the dominance of small-sized zooplankton instead of large-sized ones.

Key words silver carp, bighead carp, zooplankton community structure, size-frequency distributions