

鲢、鳙的食性及其对藻类的消化利用*

周 洁 林 峰

(华中农业大学水产系, 武汉)

提 要

通过对青菱湖 34 尾刚起水的鲢、鳙食物团的检查, 得鲢、鳙食物中浮游植物和浮游动物的数量比例分别为 48.78:1 和 7.95:1; 将其折算为生物量, 则浮游植物与浮游动物之比, 鲢为 1:47.6, 鳙为 1:292.15, 显示出两种鱼食物中的浮游动物生物量都大于浮游植物生物量。鉴于鳙所食的浮游动物的生物量大于鲢所食的 6 倍多, 因此, 仍可相对地认为鳙以食浮游动物为主, 鲢以食浮游植物为主。滤食时, 除了小于鲢、鳙鳃耙间隙的浮游生物被随水滤去外, 从鲢、鳙所生活的水体中的浮游生物组成和它们肠管中的食物组成的一致性来看, 它们对食物并无选择能力。此外, 对鲢、鳙是否能够消化某些藻类, 根据观察而获得了结果。

关键词 鲢、鳙, 浮游植物, 消化率

鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 和鳙 (*Aristichthys nobilis*) 终生以浮游生物为食。由于食物链短, 能够有效地利用水体中的营养物质。它们以排列紧密的鳃耙形成的滤食器官进行滤食, 鲢的鳃耙间隙比鳙的更小, 仅为鳙的 1/2 左右^[8]。长期以来, 对鲢、鳙食性的一般观察和估计, 认为鲢以滤食型体较小的浮游植物为主, 而鳙则以滤食型体较大的浮游动物为主^[1,5,6,8], 并曾分别以湖泊中单位体积水中的浮游植物和浮游动物的具体数量作为大水面放养鲢、鳙鱼种的标准和根据^[9]。实际上, 同一水体中鲢、鳙食物中的浮游植物和浮游动物的组成和比例, 迄今尚无更详尽报道。作者在分析了青菱湖中鲢、鳙的食性之后, 从生物量上来看, 对鲢主要食浮游植物和鳙主要摄取浮游动物这一概念, 还需要作进一步的分析和阐明。此外, 某些藻类是否能被鲢、鳙消化利用的问题过去的作者提出了不完全一致的看法, 如对微囊藻和栅藻等种类的消化吸收问题的结论还不一致^[1,3,4,8]。根据对这 34 尾鲢、鳙食性材料的观察结果, 也提供了一些有关材料和新的情况。

材 料 与 方 法

材料鱼取自武汉市郊青菱湖, 从 1984 年 9 月至 1985 年 3 月共取得刚捕获的鲜活鲢 29 尾, 体重 290—1 675g, 体长 25.3—46.9cm; 鳙 5 尾, 分别为 575—1 950g; 28.2—48.0cm。采得的标本立即解剖, 分前、中、后三段取出肠含物, 保存于 4% 的甲醛溶液中。当时

* 本文曾得到倪达书教授、易伯鲁教授的热忱指导, 在此致以衷心感谢。
1988 年 3 月 3 日收到。

鲢肠管中的充塞度多数为 2、3、3, 少数为 1、2、2; 鳙则一般为 1、2、3。

在采集鲢、鳙标本的同时, 还在捕捞鲢、鳙的湖面附近采集水中的浮游生物, 以便比较它们对水中的浮游植物和浮游动物的摄取情况。

食性的分析, 以充塞度较大的中肠的肠含物为依据, 称取 0.5g 的食物团加 5mL 蒸馏水稀释摇匀, 在显微镜下用 0.1mL 的计数框分种类计数, 并根据和参考一些已知种类的平均生物量^[3,6], 换算或估算成浮游植物和浮游动物的生物量。

检视鲢、鳙前肠、中肠和后肠中食物的消化情况, 吸取一滴稀释并摇匀的肠含物液于载玻片上镜检, 计数浮游植物和浮游动物各种属的消化与不消化的个数, 换算成百分比来确定消化率。以空壳、半空壳和内容物不完整的生物体为被消化种类, 对保持完整的细胞形态和色泽鲜艳、内含物清晰的为不消化种类。

结 果

1. 鲢、鳙肠含物中的食物种类组成和水中浮游生物的组成

鲢肠含物中的浮游生物组成计有浮游植物 87 属, 其中蓝藻门 12 属、裸藻门 4 属、硅藻门 17 属、绿藻门 44 属、金藻门 3 属、黄藻门 2 属、甲藻门 3 属和隐藻门 2 属。浮游动物则包括原生动物 12 属、轮虫 21 属、枝角类 7 属和桡足类 2 目。另外, 个别肠管中还出现少量的水蚯蚓和摇蚊幼虫。其中数量较多的浮游植物是蓝纤维藻 (*Dactylocopsis*)、多甲藻 (*Peridinium*)、舟形藻 (*Navicula*)、针杆藻 (*Synedra*)、新月鼓藻 (*Closterium*)、裸藻 (*Euglena*)、桥穹藻 (*Cymbella*)、菱形硅藻 (*Nitzschia*)、辐球藻 (*Radiococcus*)、集球藻 (*Coenococcus*)、微星鼓藻 (*Micrasterias*)、网球藻 (*Dictyosphaerium*)、板星藻 (*Pediastrum*)、锥囊藻 (*Dinobryon*) 和合尾藻 (*Synura*) 等。

鳙肠含物中共有浮游植物 66 属, 其中蓝藻门 10 属、裸藻门 3 属、硅藻门 15 属、绿藻门 30 属、金藻门 2 属、黄藻门 2 属、隐藻门 2 属和甲藻门 2 属, 其中数量较多的浮游植物大多与鲢的相同, 但隐藻 (*Cryptomonas*)、蓝隐藻 (*Chroonanas*)、小环藻 (*Cyclotella*)、窗纹藻 (*Epithemia*)、衣藻 (*Chlamydomonas*)、绿纤维藻 (*Ankistrodesmus*)、十字藻 (*Crucigenia*) 和色球藻 (*Chroococcus*) 等小型种类在鳙食物团中数量很少或完全没有。

鲢、鳙肠含物中的浮游动物种类组成基本相同, 砂壳虫 (*Diffugia*)、表壳虫 (*Arce-lla*)、和象鼻蚤 (*Bosmina*), 在这两种鱼的食物团中占有相当的数量, 但鲢肠中的似铃壳虫 (*Tintinnopsis*)、龟甲轮虫 (*Keratella*)、单趾轮虫 (*Monostyla*) 的数量比鳙的多, 而异尾轮虫 (*Trichocerca*)、臂尾轮虫 (*Brachionns*)、轮虫 (*Rotaria*)、盘肠蚤 (*Chydorus*)、哲水蚤类 (*Calanoida*) 的数量比鳙的少。另外, 聚花轮虫 (*Conochilus*) 和游仆虫 (*Euploes*) 在鲢肠含物中没有观察到。

鳙鳃耙间距两倍于鲢^[9], 当体积小于 $57 \times 26.2 \mu\text{m}^{[9]}$ 的浮游植物个体通过鳙的鳃耙时, 就随水流一起排出体外, 因此小型的浮游生物如小环藻、四角藻 (*Tetradron*)、衣藻、小球藻、隐藻和似铃壳虫等在鳙肠中很少或没有, 形成了鲢、鳙食物团中的种类和数量上的差异。

湖水中的浮游生物组成大体上与鲢、鳙肠含物中的种类组成相似, 但肠含物中的裸甲

藻 (*Gymnodinium*) 小环藻、棒杆藻 (*Rhopalodia*)、双眉藻 (*Amphora*) 卵囊藻 (*Oocystis*)、小球藻、柱形鼓藻 (*Penium*)、微芒藻 (*Micractinium*)、四角藻、游仆虫、斜管虫 (*Chilodonella*)、轮虫、胶鞘轮虫 (*Collotheca*)、犀轮虫 (*Rhinoglena*) 等浮游生物在湖水水样中没有观察到。而水样中的须藻 (*Homoeothrix*)、顶刺藻 (*Centritractus*)、拟急游虫 (*Strombidinopsis*)、仙达蚤 (*Sida*) 和平直蚤 (*Pleuroxus*) 在肠含物中则没有看到。肠含物中和湖水中的浮游生物种类组成上的少量差异, 应与这些种类在水体中的数量多寡及摄食和采集时间上的先后有关。

2. 鲢、鳙食物团中的浮游植物和浮游动物的数量和生物量之比

鲢、鳙滤取浮游植物和浮游动物的数量比例是不相同的。不同个体鲢食物中的浮游植物与浮游动物的个数之比相差较大, 最高值可达 205.2:1, 最小为 7.1:1, 多数为 25—50:1, 平均值为 48.78:1 (表 1)。鳙肠含物中的浮游植物和浮游动物个数之比, 最高是 11.6:1, 最低是 5.6:1, 平均值为 7.95:1 (表 1)。

表 1 鲢、鳙食物团中浮游植物与浮游动物的数量比例
Tab. 1 The ratio of phytoplankton to zooplankton in the intestinal contents of silver carp and bighead

鱼名 Name of fish	标本号 Specimen no	浮游植物 (个数/0.1毫升) Phytoplankton (number of individuals/ 0.1ml)	浮游动物 (个数/0.1毫升) Zooplankton (number of individuals/ 0.1ml)	浮游植物: 浮游动物 Phytoplankton Zooplankton	平均 Average
鲢 Silver carp	05	210	5	42.0:1	48.78:1
	07	2052	10	205.2:1	
	08	376	9	41.8:1	
	11	1304	26	50.2:1	
	12	868	29	29.9:1	
	13	815	19	42.9:1	
	15	1008	20	50.4:1	
	16	1296	60	21.6:1	
	17	2240	45	49.8:1	
	19	1178	9	130.9:1	
	20	2930	122	24.0:1	
	22	2370	61	38.9:1	
	23	780	17	45.9:1	
	24	2491	70	35.6:1	
	25	1491	56	26.6:1	
	26	1698	67	25.3:1	
	28	1527	152	10.0:1	
	29	905	127	7.1:1	
鳙 Bighead	2	736	131	5.6:1	7.95:1
	3	783	108	7.3:1	
	4	709	97	7.3:1	
	5	617	53	11.6:1	

根据这两种鱼摄食浮游植物和浮游动物的个数, 换算成生物量, 以浮游植物的每个个

体重为 $0.03015 \times 10^{-4} \text{mg}$ (个体重量取数量最多的针杆藻、舟形藻、锥囊藻和裸藻的平均重量^[3]); 浮游动物的每个个体重量按 0.007mg 计算 (取龟甲轮虫、单趾轮虫和象鼻溞的平均重量^[8]), 则鲢、鳙的浮游植物与浮游动物的平均生物量之比分别为 1:47.6 ($1.47 \times 10^{-4} \text{mg}$ 比 0.007mg) 和 1:292.15 ($0.2396 \times 10^{-4} \text{mg}$ 比 0.007mg)。鲢、鳙食物团中的浮游动物的生物量都大于浮游植物的生物量, 但鳙食物中的浮游动物的生物量远远大于鲢。

3. 鲢、鳙对浮游植物的消化

对鲢、鳙的前、中、后肠中的食物团进行检查的结果表明, 鲢最易消化的食物是硅藻门的异端硅藻 (*Gomphonema*) (图版 I:6), 舟形藻 (图版 I:1)、桥穹藻 (图版 I:2)、菱形硅藻 (图版 I:3)、窗纹藻 (图版 I:4)、针杆藻 (图版 I:5) 和小环藻, 尤其是舟形藻和针杆藻在前肠中就被消化或呈半空壳和内容物不完整。此外, 隐藻、锥囊藻 (图版 I:7)、多甲藻和微星鼓藻 (图版 I:8, 9) 等也全被消化。但凹顶鼓藻 (*Euastrum*)、(图版 II:10)、宽带鼓藻 (*Pleurotaenium*) (图版 II:11)、角星鼓藻 (*Staurastrum*) (图版 II:12)、鼓藻 (*Cosmarium*) (图版 II:13)、裸藻 (图版 II:14)、扁裸藻 (*Phacus*) (图版 II:15)、囊裸藻 (*Trachelomonas*) (图版 II:16) 基本未被消化, 大都是完整的个体。鲢对蓝藻门的蓝纤维藻 (图版 II:17)、微囊藻 (*Microcystis*)、片藻 (*Merismopedia*)、颤藻 (*Oscillatoria*) (图版 II:21)、和色球藻等不消化, 在前、中、后肠内均保持了完整的细胞形态。绿藻门的集球藻、辐球藻 (图版 II:18)、腔星藻 (*Coelastrum*) (图版 II:19)、空球藻 (*Eudorina*)、蹄形藻 (*Kirchneriella*) 和网球藻以及黄藻门的黄被藻 (*Botryococcus*) (图版 II:20) 等完全不消化, 均保持原有的形态和色泽。鲢对砂壳虫和似铃壳虫等大多数的浮游动物都能消化。

鳙对浮游植物和浮游动物的消化情况与鲢相同, 只是消化利用的程度有差异。对同

表 2 鲢、鳙对一些浮游植物的消化率

Tab. 2 The digestibility by silver carp and bighead for various species of phytoplankton

种类 Species	消化率(%) Digestibility (%)		种类 Species	消化率(%) Digestibility (%)	
	鲢 Silver carp	鳙 Bighead		鲢 Silver carp	鳙 Bighead
黄群藻	25.00		桥穹藻	9.00	
锥囊藻	73.30	44.80	小环藻	71.42	
隐藻	50.00		鞘藻		58.30
多甲藻	42.85		转板藻	40.00	
扁裸藻	22.22		板星藻	33.30	40.00
裸藻	5.55		新月鼓藻	60.00	
脆杆藻	84.61	66.00	栅藻	26.66	
针杆藻	86.66	50.00	棘接鼓藻	34.85	
自形藻	88.88	71.60	角丝鼓藻	75.50	50.00
菱形硅藻	88.46	67.50	微星鼓藻	80.00	56.60
异端硅藻	67.50		四棘鼓藻	66.66	41.50
羽纹硅藻	87.50		圆丝鼓藻	66.66	
直链藻	80.00	74.50			

表 3 鲢、鳙对一些浮游动物的消化率

Tab. 3 The digestibility by silver carp and bighead for several species of zooplankton

种类 Species	消化率(%) Digestibility(%)		种类 Species	消化率(%) Digestibility(%)	
	鲢 Silver carp	鳙 Bighead		鲢 Silver carp	鳙 Bighead
表壳虫		75	异尾轮虫		100.00
龟甲轮虫	63.63		轮虫	50.00	100.00
同尾轮虫	57.14		桡足类	77.77	80.00
单肢轮虫	50.00	50	枝角类	71.42	98.60

一种类的浮游植物,鲢的消化率比鳙的高,如对针杆藻鲢为 88.66,鳙为 50;微星鼓藻鲢为 80,鳙为 56.6;锥囊藻鲢为 73.3,鳙为 44.80 (表 2)。鲢、鳙对浮游动物的消化率恰与浮游植物相反,鲢比鳙低,如对轮虫,鲢为 50,鳙为 100;枝角类鲢为 71.42,鳙为 98.6 (表 3)。

讨 论

1. 1954 年倪达书^[3]提出,鲢以食浮游植物为主,也兼食一些浮游动物,鳙以食浮游动物为主,也兼食浮游植物;并认为鲢肠中浮游植物与浮游动物的个数之比是 248:1,鳙是 4.5:1。尼科尔斯基(1956)^[4]提出鲢肠中浮游植物占 95%,浮游动物不超过 2%。我们观察的结果与尼科尔斯基提出的相差甚远,而与倪达书等的结果比较一致。但是浮游生物的个体有大小,用个数来说明吃什么为主还不够全面。我们把个数粗略的换算成生物量,结果食物中的生物量鲢、鳙都是浮游动物高于浮游植物。由于鳙吃更多的浮游动物,为鲢的 6 倍。从这个意义上来看,说鳙吃浮游动物为主,鲢吃浮游植物为主还是可以的,尽管鲢食物中的浮游动物的生物量仍稍高于浮游植物。

2. 鲢、鳙对食物有无选择性的问题有各种不同的看法。有的认为鲢、鳙无直接选择食料的能力^[2];有的阐述了鲢对食物有主动选择的能力^[7];有的认为它们对食物的选择性是相对的^[6]。而我们观察的结果是鲢、鳙对食物并无主动选择的能力,因为鲢、鳙共同生活在一个水体环境中,浮游生物种群虽有分布不匀的情况,但它们都是随机被吞食进去的,没有什么选择作用,而且其组成与鲢、鳙肠中的食物组成是趋于一致的,仅因鳃耙结构不同而有上述的差异。

3. 过去关于鲢、鳙对藻类的消化问题,认为最易消化的食物是金藻、甲藻和硅藻,不易消化的食物是微囊藻、平裂藻、鱼腥藻、裸藻、扁裸藻、团藻、板星藻、空球藻、栅藻、鼓藻和角星鼓藻等^[8]。70 年代以后,有的作者认为蓝藻中的鱼腥藻 (*Anabaena*) 尖头藻 (*Raphidiopsis*) 微囊藻^[9],绿藻中的衣藻、小球藻、栅藻、实球藻,裸藻门中的裸藻也能被鲢消化^[1,3,4,6]。我们研究的结果鲢、鳙最易消化的浮游植物种类除硅藻、甲藻、金藻和隐藻外,还有绿藻门中的微星鼓藻和角丝鼓藻等;微囊藻和裸藻在检视肠含物过程中未见到被消化的情况。我们认为消化与不消化是相对的,并与该种类在水体中的数量多寡和能否成为水体中的优势种类有关。至于微囊藻,因其在青菱湖中的数量较为贫乏,作者还未能掌握

足够的数作出肯定的判断。另外, 鲢、鳙对浮游植物和浮游动物的消化程度是不一样的, 从表 2、3 中可以看, 鲢对浮游植物的消化高于鳙, 而对浮游动物的消化则低于鳙, 这与鲢、鳙肠管的长短不同密切相关。

参 考 文 献

- [1] 大连水产专科学校养殖系生物教研组, 1973。白鲢对藻类消化性的研究。动物利用与防治, (2): 30—33。
- [2] 中国科学院水生生物研究所, 1988。淡水渔业增产新技术。江西科学出版社。
- [3] 朱 蕙, 1982。鱼类对藻类消化吸收的研究 (I) 白鲢对斜生栅藻的消化吸收。水生生物学集刊, 7(4): 547—550。
- [4] 朱 蕙, 邓文瑾, 1983。鱼类对藻类消化吸收的研究 (II) 鲢鳙对微囊藻和裸藻的消化吸收。鱼类学论文集, (第 3 辑): 77—91。
- [5] 刘焕亮, 1981。鲢鳙的滤食器官。大连水产学院学报, (1): 13—21。
- [6] 何志辉, 李永函, 1975。论白鲢的食物问题。水生生物学集刊, 5(4): 541—547。
- [7] 何志辉, 1979。淡水浮游生物的生物量——改进浮游生物定量工作的当务之急。动物学杂志, (4): 53—56。
- [8] 倪达书 蒋雯治, 1954。花鲢与白鲢的食料问题。动物学报, 6(1): 59—71。
- [9] 饶钦止等, 1956。湖泊放养标准。湖泊调查基本知识。科学出版社。
- [10] 高岫译(尼科尔斯基著), 1960。黑龙江流域鱼类。科学出版社。

THE FEEDING HABIT OF SILVER CARP AND BIGHEAD AND THEIR DIGESTION OF ALGAE

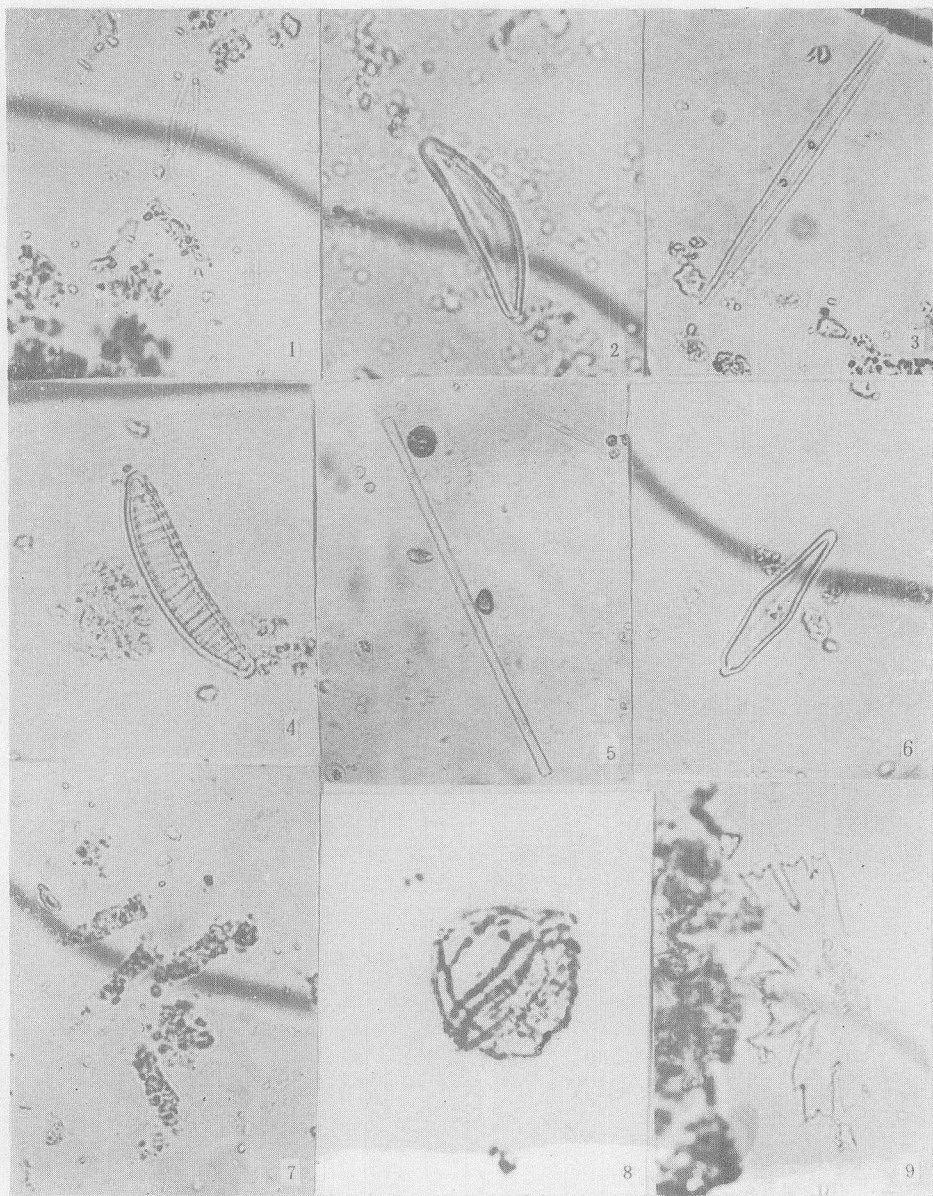
Zhou Jie and Lin Feng

(Huazhong Agricultural University, Wuhan)

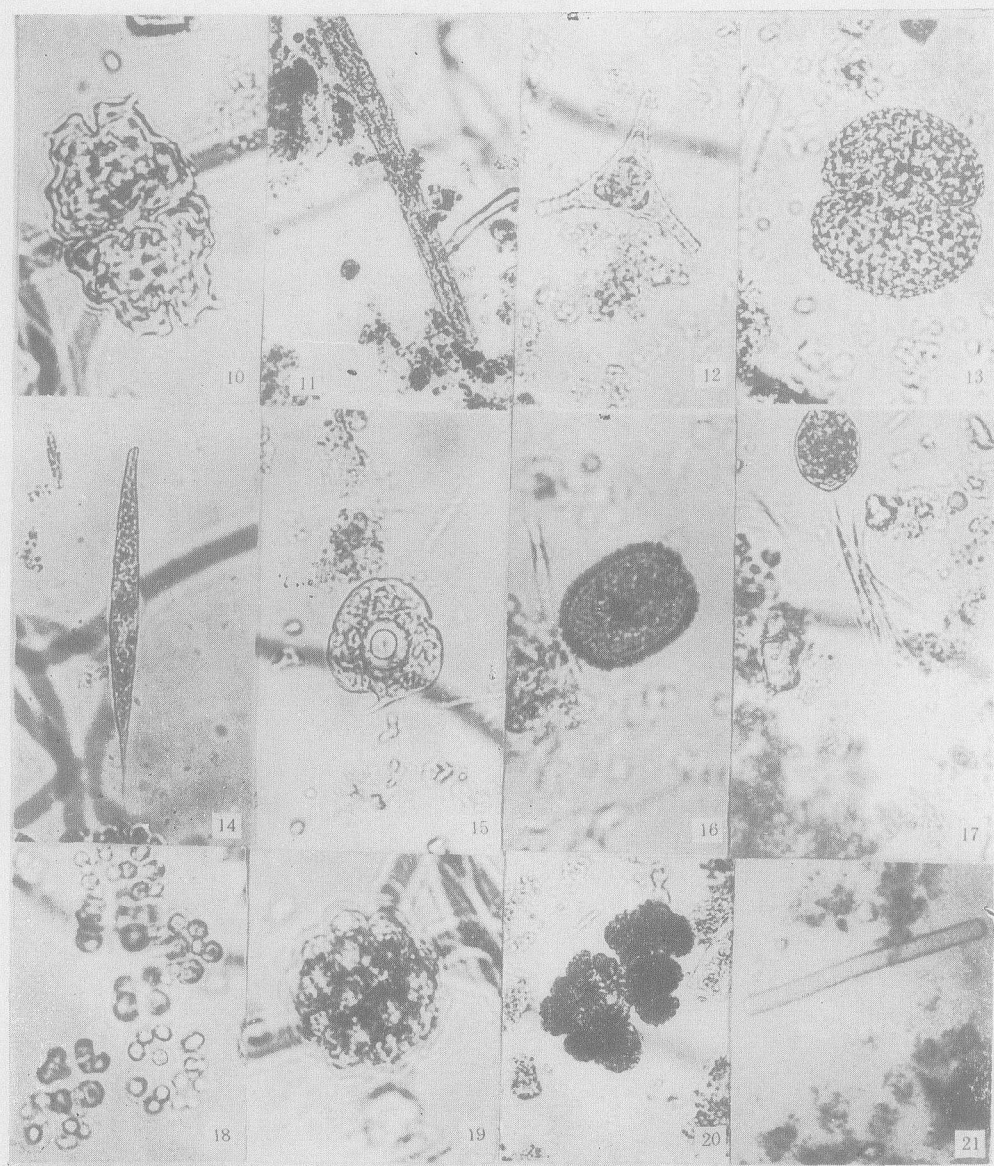
Abstract

The numerical ratios of phytoplankton to zooplankton in the intestinal contents of the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead (*Aristichthys nobilis*) were 248:1 and 4.5:1 respectively. Volumetrically, the average size of a single individual of zooplankton was estimated to be about 10 times that of phytoplankton. It was concluded that the silver carp fed mainly on phytoplankton while the bighead on zooplankton. An investigation of the intestinal contents of 30 silver carp and 4 bighead caught in Qingling Lake between 1984—1985 reveals that the ratio of phytoplankton to zooplankton was 48.78:1 in silver carp and 7.95:1 in bighead which are equivalent to 1:47.6 and 1:292.15 in biomass respectively. Considering that the biomass of the zooplankton in the food of bighead was nearly 6 times bigger than that of silver carp, the former concept regarding the major food items of the two fishes is not unreasonable; however, the biomass of zooplankton taken by either fish was bigger than that of phytoplankton. As the plankton composition in the Lake agreed with the food composition in the gut of these fishes, it was suggested that there was no selectivity on food during feeding. The digestibilities of some algae by these fishes were also investigated and discussed.

Key words Silver carp, Bighead, Phytoplankton, Digestibility



- | | | |
|---------------------|-------------------------|------------------------|
| 1. 舟形藻 | 2. 桥穹藻 | 3. 菱形硅藻 |
| 4. 窗纹藻 | 5. 针杆藻 | 6. 异端硅藻 |
| 7. 锥囊藻 | 8. 多藻藻 | 9. 微星鼓藻 |
| 1. <i>Navicula</i> | 2. <i>Cylindrocapsa</i> | 3. <i>Nitzschia</i> |
| 4. <i>Epithemia</i> | 5. <i>Synedra</i> | 6. <i>Gomphonema</i> |
| 7. <i>Dinobryon</i> | 8. <i>Peridinium</i> | 9. <i>Micrasterias</i> |



10. 凹顶鼓藻 11. 宽带鼓藻 12. 角星鼓藻 13. 鼓藻
 14. 裸藻 15. 扁裸藻 16. 囊裸藻 17. 蓝纤维甲
 18. 辐球藻 19. 腔星藻 20. 黄被藻 21. 颤藻
 10. *Euastrum* 11. *Pleurotaenium* 12. *Staurastrum*
 13. *Cosmarium* 14. *Euglena* 15. *Phacus* 16. *Trachelomonas*
 17. *Dactylococcopsis* 18. *Radiococcus* 19. *Coelastrum*
 20. *Botryococcus* 21. *Oscillatoria*