

哈纳斯湖浮游动物的初步研究

郭晓鸣 陈伟民

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

提要 哈纳斯湖位于新疆阿勒泰地区的布尔津县内,北纬 $48^{\circ}43' - 48^{\circ}54'$,东经 $86^{\circ}59' - 87^{\circ}09'$,全湖面积约 45km^2 ,平均水深 120.1m ,最大深度 188.5m ,为构造——冰川堰塞湖。1985年以来,因为“大红鱼”即哲罗鲑(*Hucho taimen* (Pallas))的发现而闻名。1987年8月和1988年7月笔者两次对该湖进行考察,据调查结果共见到浮游动物21种,其中原生动物1种,轮虫11种,枝角类6种,桡足类3种。全湖平均数量 60.7个/L ,平均生物量 0.6499mg/L 。此外,本文还对该湖浮游动物的水平分布和垂直分布特点进行了论述,对该湖的供饵能力进行了估算,有助于解开“大红鱼”的谜底,

1985年曾有人在哈纳斯湖见到百余条重 $1 - 2\text{t}$ 、长 10m 之多的“湖怪”——大红鱼即哲罗鲑(*Hucho taimen* (Pallas))^[1],引起了国内外有关人士的关注。哈纳斯湖究竟有没有这么大的大红鱼,其饵料能否满足这么大的大红鱼生存,众说纷云。为对该湖有个科学的认识,我所和黑龙江水产研究所在新疆阿勒泰科委和水利处主持下,于1987年8月和1988年7月联合进行了综合考察。本文对哈纳斯湖的浮游动物进行了初步研究,估算了该湖的浮游动物量并结合藻类和底栖动物生物量对哈纳斯湖天然饵料的供饵能力做了估计,从饵料方面对“大红鱼”进行了探讨。

一、哈纳斯湖的地理位置及自然概况

哈纳斯湖位于 $48^{\circ}43' - 48^{\circ}54' \text{N}$ 和 $86^{\circ}59' - 87^{\circ}09' \text{E}$,在新疆布尔津县境内。南北长 24km ,东西宽约 2km ,湖面高程 1370m ,平均水深 120.1m ,最大深度 188.5m ,系构造一冰川堰塞湖。四周林木围绕,该地区冬季漫长,夏季短,气温低,日照长,最高气温 28.4°C ,最高水温 20°C ,冬季结冰厚度达 $0.8 - 1.0\text{m}$ 。受大西洋,北冰洋潮湿气流的影响,年降水量达 $600 - 800\text{mm}$,空气湿润。湖水透明度为 $2.0 - 3.5\text{m}$,pH值 $7.2 - 7.7$,矿化度 $61.0 - 80.5\text{mg/L}$,湖岸陡峭,湖内水草稀少。

二、工作方法及材料

1987年对全湖布设5个采样点,如图1所示。定性水样用13#筛绢制作的浮游生物网在各点表层拖取。定量水样用中国科学院水生生物研究所制作的有机玻璃采水器(容积 2.5L)采取。原生动物和轮虫定量水样取 1L ,用鲁哥氏液固定,经 $24 - 48\text{h}$ 静置沉淀,再用虹吸法浓缩至 30mL ,用计数框(0.1mL)在显微镜下计数,重复三次取均数,换算成每升水中

* 参加野外工作并提供部分资料的有冯敏、秦伯强、姜作发、渠慎淑等同志,在此一并表示感谢。

原动物和轮虫的数量。浮游甲壳类定量水样，取0.5m深处水5 L，经25#浮游生物网过滤浓缩，然后用计数皿在解剖镜下计数。定性水样和浮游甲壳类定量水样均用4%甲醛溶液固定。1988年对全湖布设6个样点，分别为图1中的1—6点，其中在3、4、6点分别采了7层（水深0.5，2.0，5.0，20.0，50.0，100.0，180.0m）其余各点均只采0.5m一层。定量水样改用上海航标仪器制造厂制作的颠倒采水器（容积1 L）取水，各点、层水样均取1 L水计数。浮游动物换算生物量的方法参见文献^[2]。

三、结 果

（一）种类组成和分布

根据两年的定性和定量水样分析，共见到浮游动物21种，分别隶属3门21属21种。其中原动物1种，占浮游动物总种数的4.7%；轮虫11种，占52.4%；枝角类6种，占28.6%；桡足类3种，占14.4%。1987年见到14种，1988年见到19种，复见种为12种，占总种数的57.1%。浮游动物名录及各采样点出现频次见表1。

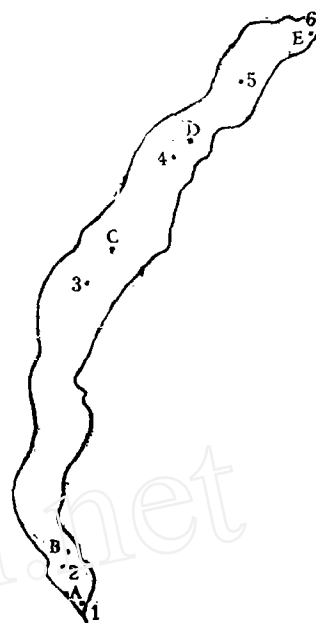


图1 哈纳斯湖形状及采样点位置

Fig.1 Sampling stations

表1 哈纳斯湖采集点浮游动物出现情况
Tab.1 Frequency of zooplankton in sampling stations

| 种 | 类 | A | B | C | D | E | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 砂壳虫 | <i>Diffugia</i> sp. | | + | | | | | | | | |
| 盘状鞍甲轮虫 | <i>Lepadella patella</i> | | | | | | + | | | | |
| 台杯鬼轮虫 | <i>Trichotria pocillum</i> | | | | | | + | | | | |
| 四角平甲轮虫 | <i>Platylas quadricornis</i> | | | | | | + | | | | |
| 螺形龟甲轮虫 | <i>Keratella cochlearis</i> | + | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 长刺盖氏轮虫 | <i>Notholca longispina</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 月形腔轮虫 | <i>Lecane luna</i> | | | | | + | | | | | |
| 前节晶囊轮虫 | <i>Asplanchna priodonta</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 长刺异尾轮虫 | <i>Trichocerca longiseta</i> | | | | | | + | | | | |
| 针簇多肢轮虫 | <i>Polyarthra trigla</i> | + | + | + | + | + | | + | + | + | + |
| 长三肢轮虫 | <i>Filinia longiseta</i> | | | | | | | + | + | | |
| 独角聚花轮虫 | <i>Conochilus unicornis</i> | + | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 长刺溞 | <i>Daphnia longispina</i> | + | | | | | | | | | + |
| 方形网纹溞 | <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> | | | | | | | | | | + |
| 平突船卵溞 | <i>Scapholeberis mucronat</i> | | | | | + | | | | | + |
| 长额象鼻溞 | <i>Bosmina longirostris</i> | | | | | | | | | | + |
| 肋形尖额溞 | <i>Alona costata</i> | | | | | + | + | | | | |
| 园形盘肠溞 | <i>Chydarus sphaericus</i> | + | | | | + | + | | | | |
| 齿突指镖水蚤 | <i>Acanthodiaptomus denticornis</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 棘刺真剑水蚤 | <i>Eucyclops euacanthus</i> | | | | | + | + | | | | |
| 英勇剑水蚤 | <i>Cyclops strennus</i> | | + | | + | + | + | + | + | + | + |

从表 1 可以看出, 各样点种类分布差异不大, 平均为 8.4 种, 标准差为 2.5。1 点种类最多, 共见有 13 种, 该点位于湖泊出水口附近, 这一区域有沉水植物分布, 水较浅仅 5 m 左右深。其次是样点 E 和 6, 分别为 12 种和 10 种, 这两点位于湖泊进水口附近, 这里虽没有水生维管束植物的分布, 但是入湖河流冲带下许多园木和枯枝烂叶, 同样也增加了生态位的复杂性。而其他几个采样点水域环境基本相似, 所出现的种类也相差无几。从种类出现的情况来看, 原生动物由于取样的方法和取样的局限未能见到更多的种类, 仅见到砂壳虫一种, 出现率和出现的数量均很低。轮虫种类最多, 出现较多的有 5 种, 分别是: 长刺盖氏轮虫、前节晶囊轮虫、螺形龟甲轮虫、针簇多肢轮虫、独角聚花轮虫, 而其他几种只在个别点中偶然出现。枝角类出现的频率和数量都比较小, 6 个种类都是零星见到, 没有一个种类是全湖分布的。桡足类以齿突指镖水蚤和英勇剑水蚤为主。根据定性和定量水样分析结果表明, 该湖浮游动物优势种为: 长刺盖氏轮虫、前节晶囊轮虫、螺形龟甲轮虫、针簇多肢轮虫、独角聚花轮虫、齿突指镖水蚤和英勇剑水蚤等 7 种。

(二) 数量、生物量及其分布

(1) 数量和生物量

根据定量水样计数, 哈纳斯湖浮游动物数量, 1987 年表层平均为 721.6 个/L。1988 年表层平均为 338.2 个/L 其中原生动物平均为 33.3 个/L, 占表层浮游动物数量的 9.8%; 轮虫 300 个/L, 占 88.7%; 枝角类 0.8 个/L, 占 0.2%; 桡足类 4.0 个/L, 占 1.2%。由此可见在表

层水体中浮游动物的数量是以轮虫为主体的。全湖浮游动物数量根据公式:
$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i V_i}{V}$$
 求得。式中 \bar{N} 为全湖平均数量(或生物量), \bar{N}_i 为第 i 水层中浮游动物平均数量(或生物量), V 为整个湖泊水之体积, V_i 为第 i 层水之体积。因 1987 年没有做垂直取样, 故以 1988 年情况来分析。全湖浮游动物平均为 60.7 个/L, 其中原生动物平均为 8 个/L, 占全湖浮游动物平均数量的 13.2%; 轮虫 48.9 个/L, 占 80.1%; 枝角类 0.4 个/L, 占 0.7%; 桡足类 3.7 个/L, 占 6.1%。统计结果表明, 表层平均数量远远大于全湖平均数量, 浮游动物分布主要在表层, 轮虫在数量上占绝对优势。

生物量采用何志辉给出的定义^[2], 其统计结果 1987 年表层平均为 0.6052 mg/L, 1988 年表层平均为 2.2863 mg/L, 其中原生动物平均为 0.0002 mg/L, 占表层浮游动物平均生物量的 <0.1%; 轮虫 2.06 mg/L, 占 90.1%; 枝角类 0.0317 mg/L, 占 1.4%; 桡足类 0.1937 mg/L, 占 8.5%。结果表明表层浮游动物生物量仍然是以轮虫为主体。全湖浮游动物生物量统计方法与数量相同。1988 年全湖浮游动物生物量平均为 0.6499 mg/L, 其中原生动物平均为 0.0002 mg/L, 占全湖浮游动物平均生物量的 0.03%; 轮虫为 0.3895 mg/L, 占 59.93%; 枝角类 0.0171 mg/L, 占 2.63%; 桡足类 0.2431 mg/L, 占 37.41%。从这里可以看出, 哈纳斯湖全湖浮游动物的生物量是以轮虫和桡足类为主, 原生动物微乎其微, 枝角类所占比例也不大。与表层生物量相比, 桡足类所占比例大幅度增加, 枝角类也略有增加, 而轮虫则大幅度下降, 这说明各类群浮游动物在垂直分布上有一定的差异。

(2) 水平分布

由于水域环境的不同, 浮游动物的多寡也随之而变化。哈纳斯湖浮游动物数量和生物量的水平分布详见表 2 和图 2、图 3。

图 2 和图 3 分别表示 1987 年和 1988 年中浮游动物数量和生物量在各采集点的表层水平分

表 2 浮游动物数量及生物量水平分布 (数量 个/L
生物量 mg/L)

Tab.2 Horizontal distribution of zooplankton abundance and biomass in sampling stations

| 种 类 | 年 份 站 号 | 1987年 | | | | | 1988年 | | | | | |
|---------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | A | B | C | D | E | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 原 生 动 物 | | 0 | 0 | 100 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | | 0 | 0 | 0.003 | 0.045 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0.003 | 0 | 0 |
| 轮 虫 | | 100 | 100 | 300 | 1400 | 100 | 200 | 100 | 600 | 700 | 100 | 100 |
| | | 0.03 | 0.03 | 2.06 | 0.42 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 6.09 | 6.12 | 0.03 | 0.03 |
| 枝 角 类 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.19 |
| 桡 足 类 | | 0.2 | 1.6 | 0.4 | 3.6 | 2.4 | 0 | 5 | 5 | 4 | 2 | 8 |
| | | 0.0008 | 0.0064 | 0.0128 | 0.21 | 0.178 | 0 | 0.216 | 0.02 | 0.016 | 0.008 | 0.902 |
| 合 计 | | 100.2 | 101.6 | 400.4 | 2903.6 | 102.4 | 200 | 105 | 705 | 804 | 102 | 113 |
| | | 0.0308 | 0.0364 | 2.0758 | 0.675 | 0.208 | 0.06 | 0.246 | 6.113 | 6.139 | 0.038 | 1.122 |

布。从图上看各点分布差异较大,两年情况都表明中间两点即C、D和3、4样点数量和生物量较大,在进水口附近的样点E和6的生物量次之,特别是样点6的生物量也高达1.122mg/L,这主要是由于该点枝角类和桡足类数量较其他各点多所致。

从图中还可以看出,浮游动物的数量和生物量水平分布基本相一致,即数量多的点生物量也较大,这主要是轮虫所决定的。各点中轮虫的多寡对浮游动物总量起到了限制因子作

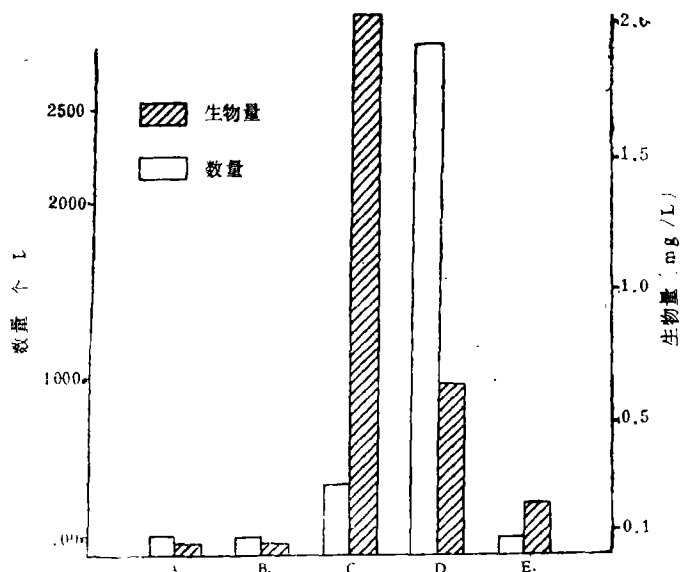


图 2 1987年浮游动物数量和生物量的水平分布图

Fig.2 Horizontal distribution of zooplankton abundance and biomass in sampling stations in 1987

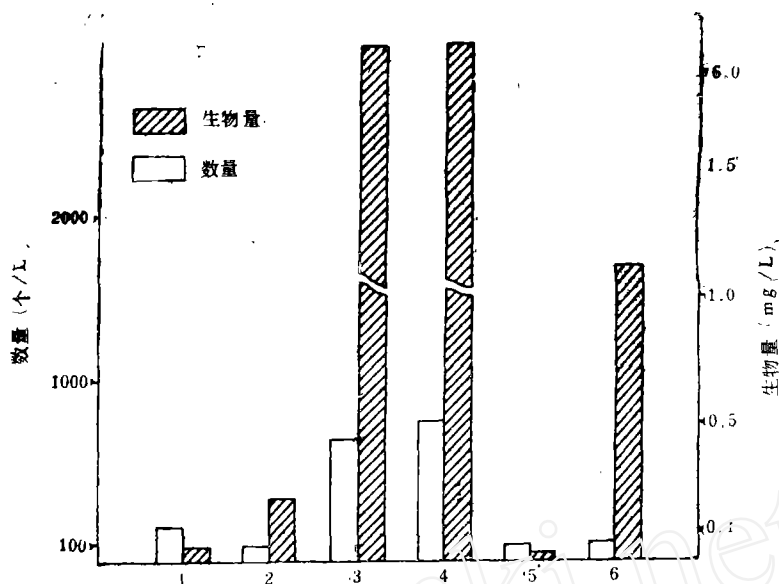


图 3 1988年浮游动物数量和生物量的水平分布图

Fig. 3 Horizontal distribution of zooplankton abundance and biomass in sampling stations in 1988

用。见图 4 和图 5。

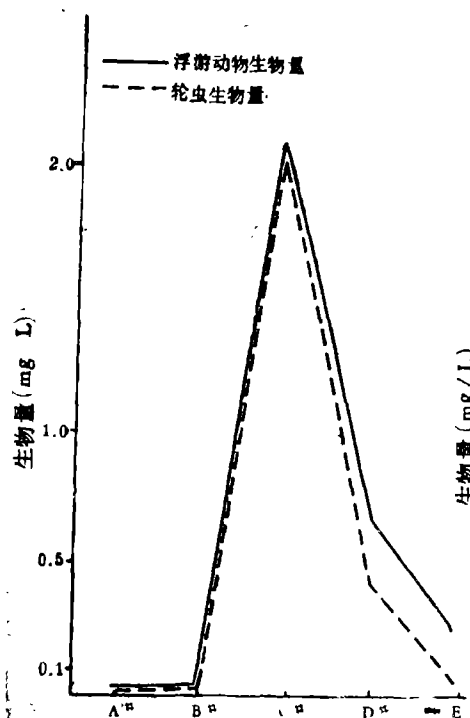


图 4 1987年浮游动物和轮虫生物量水平分布图
Fig. 4 Biomass of zooplankton and rotifera in 1987

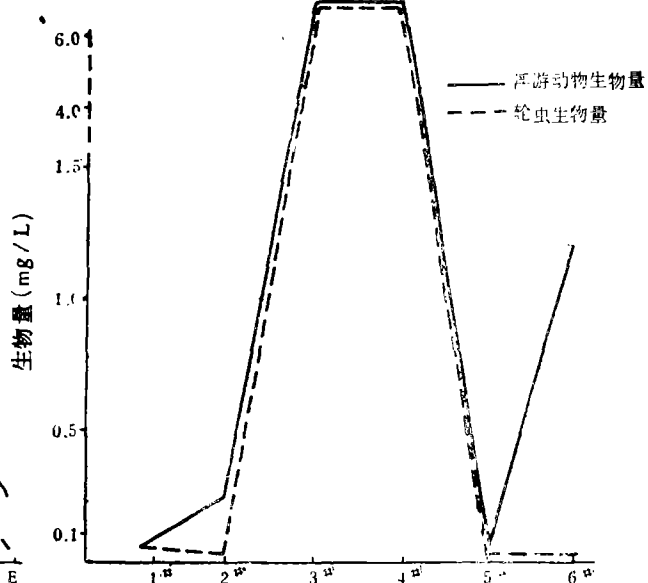


图 5 1988年浮游动物和轮虫生物量水平分布图
Fig. 5 Biomass of zooplankton and rotifera in 1988

在表层水体中浮游动物各大类的数量是：轮虫>原生动物>桡足类>枝角类；生物量是：轮虫>桡足类>枝角类>原生动物。

(3) 垂直分布

浮游动物的垂直分布依种类和环境的不同有所不同。哈纳斯湖中，原生动物和轮虫多分布于 5 m 以上水层。在 0.5—5.0 m 深的水域中，3、4、6 三个样点的原生动物和轮虫平均数量为 355.6 个/L，其平均生物量为 2.4482 mg/L，而 5 m 以下水层则为 0。在分析枝角类和桡足类水样时，样点 3、4 的 50 和 100 m 水样中见有 1—2 个长三肢轮虫和针簇多肢轮虫。枝角类数量不多，在样点 3 从表层到底层未见分布，在样点 6 仅分布在 30 m 以上水层且无规律性分布，在样点 4 的 100 m 水样中见一个长刺蚤，其他水层未见分布。桡足类从表层到底层均有分布，但三个点的数量和生物量的垂直变化并不相同。数量上，基本上随水深的增加而呈递减趋势。样点 6 位于湖泊进水口附近，水深 50 m 左右，流速较大，因而数量的递减规律不很明显，表层与底层的密度差为 2 且高峰在 5 m 处。样点 3、4 接近中部，水深在 170—180 m 以上，虽然也有一定的流速，但深层受水流影响不大，因而递减规律较为明显。样点 4 高峰在 2 m 处，样点 3 在表层。生物量的变化如图 6 所示，桡足类生物量的变化在 5 和 100 m 处出现两个波峰，而表层和 50 m 为波谷，这一情况与数量分布不同。生物量的变化主要取决于成体的镖水蚤和剑水蚤的分布，而无节幼体主要分布在上层水体。从图中还可以看出，生物量由进水口的样点 6 逐渐向中部的样点 4 和 3 呈递减趋势。再从枝角类和桡足类数量的垂直变化情况看（见图 7），明显地表现出样点 6 的密度最大，平均 10.4 个/L，样点 4 次之为 5.3 个/L，样点 3 最小为 2.4 个/L。这与表层浮游动物的数量和生物量的分布有所不同。从全湖来讲，由于入湖河流带来大量的有机质和无机盐，在水流的作用下自北向南流下，因而浮游动物的数量和生物量的分布受营养条件影响也有一定规律。

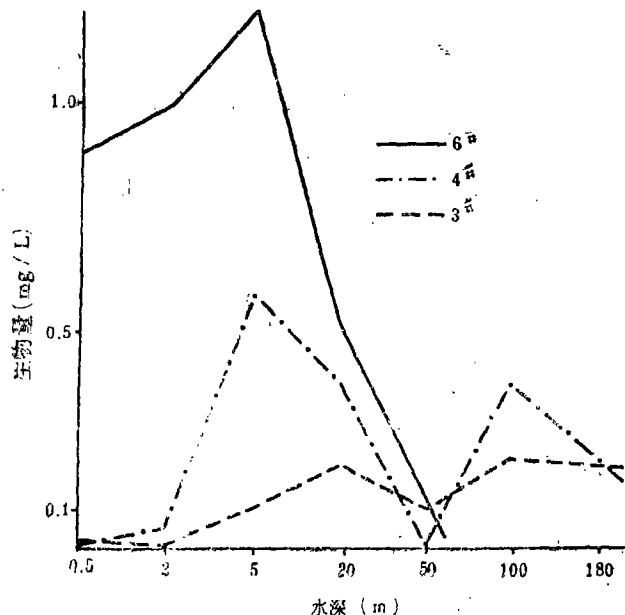


图 6 1988 年桡足类生物量在 3、4、6 测点的垂直分布图

Fig. 6 Vertical profile of copepoda biomass in stations 3, 4, 6 in 1988

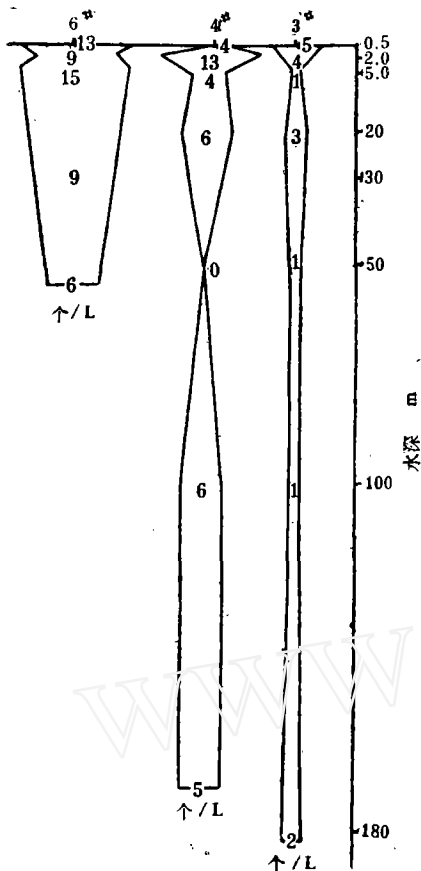


图7 1988年枝角类和桡足类数量在样点
3、4、6的垂直分布图

Fig. 7 Vertical profile of cladocera
and copepoda abundance in
stations 3, 4, 6 in 1988

四、讨 论

1. 哈纳斯湖属构造—冰川堰塞湖，湖岸陡峭，沿岸带和敞水带界限不很明显。最大水深188.5m，湖水交换大，基本形成过水性湖泊。该湖四周人类活动很少，植被完好，从湖泊发育状况看尚属幼年期。所以浮游动物的区系组成比较简单，全湖数量和生物量也较贫乏。

2. 该湖分布的种类中，长刺盖氏轮虫和齿突指镖水蚤属嗜寒性种类。前者主要分布于北半球的北方，而南方很少有它的踪迹，它是我国东北和西北及苏联、北欧、北美比较常见的浮游种类^[3]；后者主要生活于高寒地带的水域中，西藏和新疆有其

分布的报道^[4]。其他种类多为广温性的普生种类，绝大多数属于乙型——中污性或寡污性种类。所以哈纳斯湖的浮游动物分布特点基本与该区域的湖泊环境吻合。

3. 在垂直分布上，浮游动物的分布主要靠水的运动将其带入深水带。但是水中的溶解氧、透明度、水温等条件对它们的分布也起到一定限制作用。如四川的马湖^[5]（水深135m）在水深50m以下未见有动物存在，其主要原因是由于水中溶解氧含量过低，仅1.02mg/L。哈纳斯湖水中溶解氧从表层到底层变化不大，就是在底层（180m）还高达7.104mg/L，均在动物生命活动的上限。此外水温的垂直变化基本上逐渐降低，50m以下为同温层，无温跃层存在。所以从表层到底层都有浮游动物的分布。长三肢轮虫和针簇多肢轮虫在马湖和云南的抚仙湖（水深155m）50和100m处都见有分布，这次在哈纳斯湖也有其分布，进一步证明这两种轮虫能适应较深水域的生活。

4. 哈纳斯湖浮游动物的平均生物量为0.6499mg/L，因此浮游动物全湖平均有52.06kg/亩，因该湖位于高寒地区，P/B系数取7计算^[6]，则浮游动物产量为364.42kg/亩，如果利用率按25%计算，饵料系数为10，则可提供鱼9.11kg/亩。藻类和底栖动物通过分析和估算分别可提供鱼0.09kg/亩和0.14kg/亩。由于哈纳斯湖水生维管束植物数量很少，分布很有限，可忽略不计，故该湖天然饵料总共可提供鱼9.34kg/亩。湖中分布有8种鱼，哲罗鲑是凶猛类肉食性鱼类，在这样的饵料基础下能有上吨重的大鱼并有这么多的数量是难以令人置信的。当然要进一步解开“大红鱼”之谜还需要进行深入细致的研究。

参 考 文 献

- [1] 向礼咳,关于哈纳斯湖“大红鱼”的发现,新疆大学学报(自), 3(4), 1986。
 [2] 何志辉,淡水浮游生物的生物量,动物学杂志(4), 1979年。
 [3] 王家楫,中国淡水轮虫志,科学出版社, 1961。
 [4] 中国科学院动物研究所甲壳动物组,中国动物志,节肢动物门,甲壳纲,淡水桡足类,科学出版社, 1979。
 [5] 张立、郭晓鸣,马湖的浮游动物,横断山考察专集(二),北京科学出版社, 1986。
 [6] 大连水产学院,淡水生物学,农业出版社, 1982。

PRELIMINARY STUDY ON ZOOPLANKTON IN HANASI LAKE, XINJIANG PROVINCE

Guo Xiaoming Chen Weimin

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica)

Abstract

Hanasi Lake located in Buerjin County, Aertai Region, Xinjiang Province, 48°43'—48°54'N, 86°59'—87°09'E, has an area of 45 km², average depth 120.1 m, and maximum depth 188.5 m, belonging to a tectonic-glacial deposit dam lake formed by glacial erosion. Since 1985, it has become famous for its discovering the “big red fish” (*Hucho taimen* (Pallas)).

Hanasi Lake was surveyed twice, in Aug. 1987 and July 1988. According to the analysis of samples, 21 speceis of zooplankton have been identified, among which, 1 speceis belongs to Protozoa, 11 to Rotifera, 6 to Cladocera

and 3 to Copepoda. The average amount (based on the formula $\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i V_i}{V}$) of zooplankton is 60.7 ind./L and average biomass (based on the formula

$\bar{B} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{B}_i V_i}{V}$) is 0.6499 mg/L. In addition, this paper deals with the characters of horizontal and perpendicular distributions for zooplankton, and estimates the amount which acts as the bait for fishes. All these may help discorery the “raddle” of the “big red fish”.