

武汉东湖沉积物中轮虫休眠卵的分布

林 里 周 洁

(华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 报道了1992年8月~1993年7月间武汉东湖营养类型不同的3个湖区沉积物中轮虫休眠卵的数量和分布。不论湖区营养类型如何,沉积物中的休眠卵数量均呈“V”形垂直分布,表层高,底层低,由表向底数量逐渐递减。在3个湖区中,休眠卵的数量随水体营养水平的增高而增加。营养水平最高的I站其休眠卵数量年平均为1.32个/cm³,营养水平较低的II、III站分别为0.74个/cm³、0.71个/cm³。休眠卵的数量在不同月份中有明显差别,4月、9月、1月数量较多,分别为1.35±0.58个/cm³、1.20±0.64个/cm³和1.12±0.62个/cm³。表层(0~5cm)沉积物中休眠卵的逐月变动明显,且变幅较大,而底层则呈不规则变动,变幅较小。根据轮虫休眠卵的分布与水体条件的关系,对不同水体沉积物中休眠卵的密度及水体沉积物中轮虫休眠卵的利用途径进行了讨论。

关键词 东湖 轮虫休眠卵 数量 分布

休眠卵是单巢总目轮虫借以渡过不良生态环境的一种滞育结构。由于比重较大,大都沉于水底而混杂在泥沙中。若能通过某种途径,进行大规模分离、收集,使之形成商品,随时可孵化供应生产上急需的活饵料,则具有重要意义。

有关水体沉积物中轮虫休眠卵的密度和分布已有过一些研究^[1~4],但对我国淡水湖泊中休眠卵的分布及其季节变动迄今尚未见过报道。为此,选择东湖这一长江中下游典型的淡水湖泊,对其沉积物中轮虫休眠卵的数量和分布进行周年调查,以期在水体沉积物中休眠卵的开发、利用提供科学依据。

1 工作方法

1.1 设站

在东湖中设3个采样站。I站位于水果湖湾,水深2.5m左右,周围人口密集,受人为影响较大,属超富营养型;II站位于东湖主体部分郭郑湖区的中心,水深4m左右,水面开阔,属富营养型;III站位于汤林湖区中心,水深3m左右,湖区大型水生植物的数量大起大落,水质较好,属富-中营养型^[5](图1)。

1.2 取样

于1992年8月~1993年7月每月中旬采样一次。

取样工具为中国科学院水生生物研究所设计制作的柱形底泥采集器,由金属杆接合而

• 国家自然科学基金资助项目(39270098)。

来稿日期:1994-07-10;接受日期:1994-10-31。

作者简介:林里,女,1968年生,1994年华中农业大学水生生物专业硕士生毕业。从事水生生物科研工作。

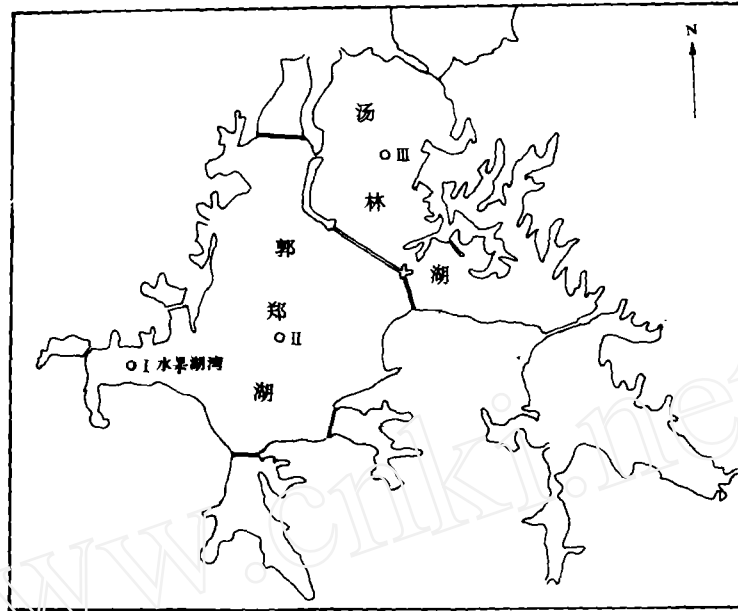


图1 东湖样点分布图

Fig. 1 Sampling stations in Donghu Lake

成,长度可达6m。它的采集部分可卸下,其长38cm,内径3.5cm。

采样时,将采集器垂直插入泥中,取出卸下采集部分,用一直径约为3.5cm的木棍将底泥慢慢推出,平置于解剖盘内。每站重复采3~4次。将泥样按垂直方向由表层向下每隔5cm分为一层,共分7层。将各站各层次的样品分别装塑袋封好,带回实验室,置4~8℃冰箱暂时保存。

1.3 休眠卵的分离及计数方法

本研究中休眠卵的分离、计数方法是根据李永函的报道^[1],并略作修改。将泥样搅拌均匀,量取5cm³,放入50ml容积的锥形瓶中,然后缓缓注入糖盐高渗溶液(饱和食盐水+20%蔗糖)至瓶的3/5容积左右。用玻棒搅动直至成为均匀的泥浆悬浊液,静置20分钟,待泥沙下沉后再搅动,并继续加高渗液至距瓶口1~2cm,然后用滴管再加高渗液使液面略突出于瓶口但又不溢出。由于高渗液的作用,泥沙逐渐下沉,休眠卵渐渐上浮,静置20分钟后即可计数。计数时,用载玻片轻轻平放在瓶口与液面接触,浮在液面上的休眠卵就会粘附在玻片上,然后在10×10倍显微镜下计数,如此粘取2~3次直至把液面上的休眠卵取尽。然后,小心地倾出瓶中2/5的上部清液,再搅动瓶中泥样并又加入高渗液进行再次浮选、计数,如此重复浮选直至没有卵浮起。每一样品按上述浮选法做2~3次平行,取其平均数。

2 结果

东湖I站淤泥厚度在各月有较大波动,而II、III站则较稳定。

2.1 垂直分布

2.1.1 一般趋势 轮虫休眠卵广泛分布于东湖各湖区0~35cm间不同深度的沉积物中,

在不同湖区、不同时间和不同层次,休眠卵数量变动于 0~4.7 个/cm³。在不同营养类型的湖区,沉积物中的休眠卵数量均呈“V”字形垂直分布,表层(0~5cm)数量多,底层(30~35cm)数量少,由表向底数量逐渐递减(表 1)。

表 1 不同深度沉积物中轮虫休眠卵年平均数比较(1992 年 8 月~1993 年 7 月) 单位:个/cm³

Tab. 1 Mean number of resting eggs of rotifers in different depths of deposits of Donghu Lake (Aug., 1992~July, 1993)

泥 层	I 站平均($\bar{X}\pm SD$)	II 站平均($\bar{X}\pm SD$)	III 站平均($\bar{X}\pm SD$)
0~5cm	3.12±0.54	1.87±0.43	1.53±0.42
5~10cm	2.25±0.64	1.27±0.51	1.48±0.58
10~15cm	1.53±0.63	0.51±0.14	0.58±0.15
15~20cm	0.90±0.41	0.35±0.10	0.49±0.17
20~25cm	0.61±0.20	0.38±0.09	0.34±0.08
25~30cm	0.61±0.22	0.36±0.15	0.31±0.12
30~35cm	0.20±0.27	0.44±0.11	0.24±0.08
平 均	1.32±0.23	0.74±0.14	0.71±0.14

2.1.2 季节动态 图 2 表示休眠卵数量垂直分布的季节动态。不同季节中,休眠卵数量在各湖区基本呈“V”字形垂直分布。表层的最高数量可达 3.93 个/cm³,底层最低数量为 0。但是也存在下一层次中的休眠卵数量高于其上一层次的情况,如:III 站秋季第 2 层(5~10cm)中的数量高于其表层中的数量。

2.2 水平分布

调查结果表明,东湖沉积物中休眠卵的数量随湖区营养水平的增高而增加。营养水平最高的 I 站数量最多,年平均为 1.32 个/cm³,而营养水平较低的 II、III 站则数量较少,年平均分别为 0.74 个/cm³和 0.71 个/cm³(表 1)。对各站休眠卵年平均数量进行显著性检验,结果 I 站与 II、III 站有显著性差异($t_{1-2}=3.574, t_{1-3}=3.761, \alpha=0.05$),而 II、III 站之间无显著性差异($t_{2-3}=0.260, \alpha=0.05$)。

2.3 季节分布

2.3.1 一般趋势 从 1992 年 8 月~1993 年 7 月间的调查结果来看,东湖沉积物中轮虫休眠的数量有明显的季节变动。秋季 9 月、冬季 1 月和春季 4 月为数量高峰,分别为 1.20±0.64 个/cm³, 1.12±0.62 个/cm³和 1.35±0.58 个/cm³,以 4 月数量最多。而 11、3、7 月休眠卵数量较少,分别为 0.64±0.32 个/cm³, 0.61±0.24 个/cm³和 0.53±0.22 个/cm³,以 7 月的数量最少(图 3)。

2.3.2 各湖区的季节变化 图 4 描述了 3 个站各自的休眠卵数量季节变动情况。各站休眠卵数量高峰时期的出现不甚一致。I 站在 9、1 和 5 月数量较高,分别为 2.41 个/cm³, 2.16 个/cm³和 1.44 个/cm³,其中以 9 月的数量最高;而在 11、3 和 7 月数量较少,分别为 0.61 个/cm³, 0.76 个/cm³和 0.53 个/cm³,其中以 7 月份的数量最低。II 站在 4 月数量最高,为 1.47 个/cm³,至 6 月降至 0.77 个/cm³,12 月的数量亦较高,为 0.83 个/cm³,仅次于 4 月,而其余各月数量变动不大,变动幅度为 0.51 个/cm³~0.68 个/cm³。III 站也有 3 个数量高峰,

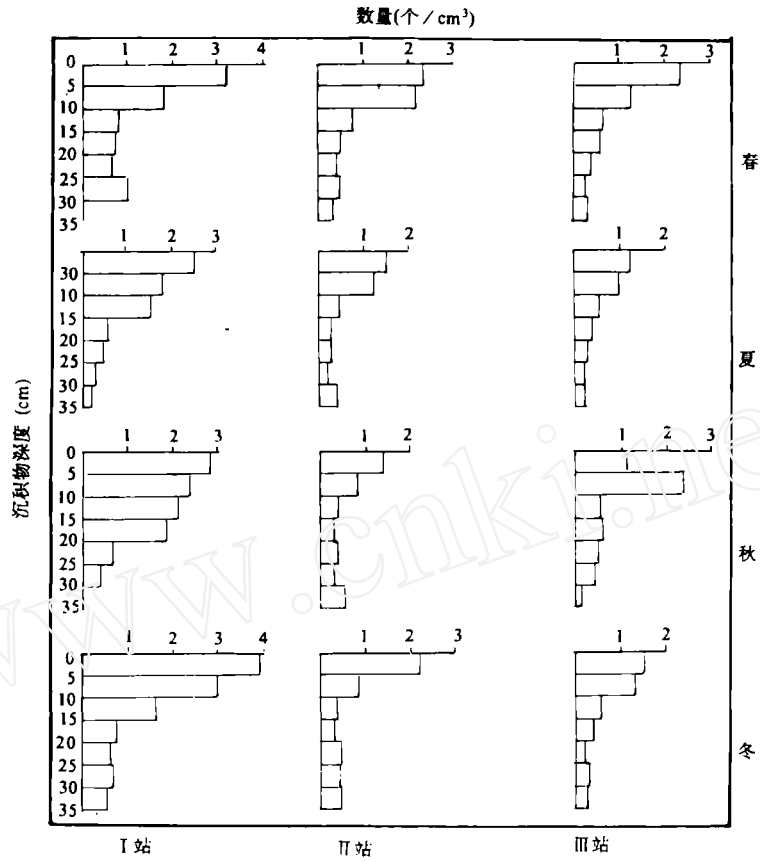


图 2 东湖沉积物中轮虫休眠卵的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of resting egg densities of rotifers in deposits of Donghu Lake

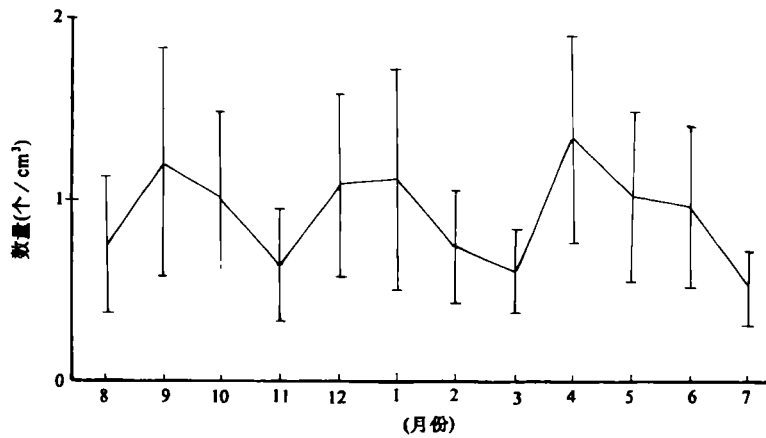


图 3 东湖沉积物中轮虫休眠卵数量的逐月变动(1992年8月~1993年7月)

Fig. 3 Monthly changes of resting egg densities of rotifers in deposits of Donghu Lake (Aug., 1992~July, 1993)

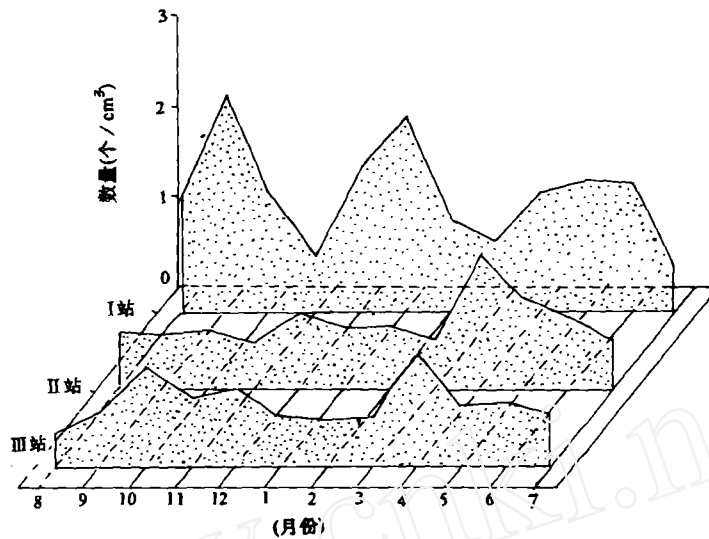


图 4 东湖不同湖区沉积物中轮虫休眠卵数量的逐月变动(1992年8月~1993年7月)

Fig. 4 Monthly changes of resting egg densities of rotifers in deposits at three regions of Donghu Lake (Aug., 1992~July, 1993)

出现在10、12和4月,数量分别为1.13个/cm³、0.86个/cm³和1.28个/cm³,其余各月数量变化范围为0.36个/cm³~0.76个/cm³,变动不大。与Ⅰ、Ⅲ站相比,Ⅰ站休眠卵数量季节变动非常明显,且变动幅度较大,而Ⅱ、Ⅲ站相对幅度较小。

2.3.3 不同深度沉积物中休眠卵数量的季节变动 图5描述了3个站不同层次沉积物中休眠卵数量的季节变动。表层的变动趋势与图3所描述的变动趋势基本符合。Ⅰ站第2层的变动趋势与表层基本符合,而Ⅱ、Ⅲ站第2层数量变动幅度虽然较大,但变动趋势与表层不相符合。Ⅰ站第3、4层的数量变动幅度虽然仍较大,但变动趋势则与表层不一致,第5层以下各层次的变动既无规律性,变动幅度又小;Ⅱ站与Ⅲ站第3层以下各层次的变动亦无规律性,变幅较小。

由此可得出,东湖沉积物中休眠卵的数量在表层季节变动剧烈,越向下层,越趋于平缓且无规律性。

3 讨论

3.1 不同水体沉积物中轮虫休眠卵密度的比较

国内外许多学者曾对水体沉积物中轮虫休眠卵的密度和分布进行过研究,其中对池塘中的情况研究较多。不同水体中,轮虫休眠卵密度相差较大^[1~4,6],一般池塘中要大于湖泊中的密度。由伊藤隆^[2]及本研究结果看,同一水体的不同位置,休眠卵的密度也不一样。

休眠卵的垂直分布在不同水体沉积物中亦不相同^[1,2,6]。东湖沉积物中的休眠卵呈“V”形垂直分布。在20cm深以下的沉积物中仍有少量的休眠卵分布。这些深层的卵可能是历年积留下来的。休眠卵的孵化是分散的,而非一致的^[7],因此沉入水底的休眠卵在环境适宜时也并非全部萌发。少数未能孵化的卵就有可能逐渐被新的沉积物遮埋,直至较深处。据 Nip-

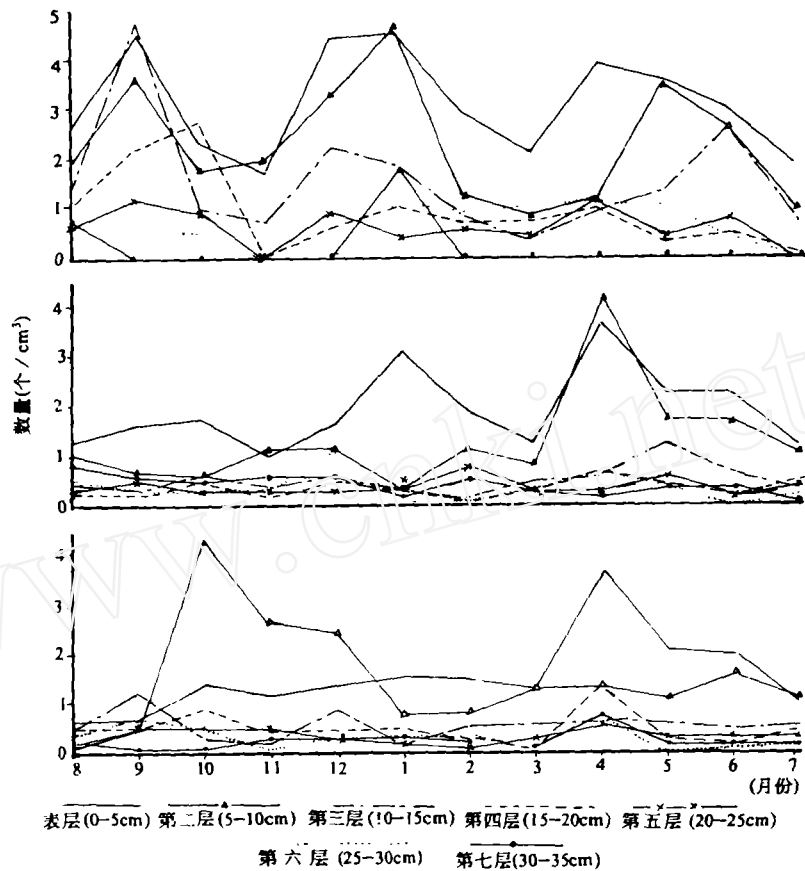


图5 东湖不同深度沉积物中轮虫休眠卵数量的季节变化(1992年8月~1993年7月)

Fig. 5 Seasonal changes of resting egg densities of rotifers in different depths of deposits of Donghu Lake (Aug., 1992 ~ July, 1993)

kow^[4]、Gilbert^[7]报道,休眠卵能保存相当长一段时间不丧失活力,Nipkow曾观察到了35年前的沉积物中有长肢多肢轮虫(*Polyarthra dolichoptera*)休眠卵的孵化。东湖深层沉积物中的休眠卵是否能够孵化,值得进行深入研究,这对于探讨休眠卵的保存时间和保存条件可提供一定的依据。

李永函等^[1]及本实验的结果中,休眠卵垂直分布趋势虽呈“V”形,但也存在着下一层次泥中的休眠卵密度高于上一层次的情况。据李永函等分析认为,各泥层中的休眠卵密度接近或呈不规则分布的情况是由于外界干扰而使不同年度沉积的淤泥及其所含休眠卵彼此混合的结果^[1];这种情况也存在于东湖这一浅水湖泊,如捕捞作业,底层鱼类的翻动等,都会影响休眠卵在沉积物中的垂直分布。此外,作者认为出现这种情况的另一个原因是由于不同年份所产生和孵化的休眠卵数量存在着较大变动^[3,7],因而留存在不同深度沉积物中的休眠卵数量也会有差异和变动。

一般认为,刺激产生休眠卵的环境因子主要是温度突变、种群密度过大和食物的缺乏^[6,7]。水体中轮虫密度的高低直接影响沉积物中休眠卵的数量。据伊藤隆认为,泥表面的休眠卵密度与上一年温暖季节中的轮虫密度呈正相关^[2];May L. 亦认为休眠卵的数量可能与前一年的轮虫最大密度有关^[3];东湖中 I 站轮虫数量最高,II 站次之,III 站最少^[5,8],这与沉积物中休眠卵的水平分布基本吻合,说明水体中轮虫密度高,则其沉积物中休眠卵的数量也较高。

根据本实验的研究结果,东湖轮虫休眠卵,尤其在表层沉积物中,有明显的季节变动,温度低的季节和温度变化较大的季节休眠卵数量较高,而温度高的季节休眠卵数量较少。因此说明,水温的季节变化会影响到沉积物中休眠卵的数量和分布。

水质化学因子及水体的自身条件和富营养化程度也是影响休眠卵密度及分布的重要因素之一。根据李永函的研究,认为鱼池的淤泥厚度、保水性能、放养鱼类别和管理方式等,都会对休眠卵的数量和分布有重要影响^[1]。东湖 3 个湖区的条件各不相同,全湖各部分水体之间的理化性状、污染程度也存在明显差异^[6]。I 站周围人口密集,水体富营养化程度高,浮游植物丰富,轮虫数量也高,其沉积物中的休眠卵数量最高,而 II、III 站富营养化程度稍低,浮游植物较少,轮虫密度低于 I 站,其休眠卵数量亦较少。另外,东湖湖水化学组分含量随季节变动^[8],可能对休眠卵的季节分布亦有影响,有待进一步研究。

不同的分离及计数方法可能是造成研究结果有所差异的重要原因之一。本实验及李永函^[1]、Snell^[7],是采用高渗液浮选法,这种方法简单、方便,经一次浮选后即可将绝大部分卵分离出,是否重复搅动浮选对结果影响很小,但浮选法仍不能完全排除有少量卵夹杂于泥沙中未浮起的可能性。伊藤隆^[2]、Nipkow F.^[4]都是用直接计数的方法,由于同时混杂有泥沙,计数时易把一些杂质误认为是休眠卵,也有可能卵被泥沙遮盖而未被计入。May, L.^[3]是采用萌发法及时计数从休眠卵孵化出的轮虫,但该方法只计数了那些能够萌发的卵,而丧失了萌发的卵及未终止休眠的新产休眠卵未被计入;或从休眠卵中孵化出的幼轮虫未及时计数而死亡,亦会给结果带来影响;另外,轮虫繁殖速度很快^[9],若未及时将已孵出的轮虫移走,那么第一代轮虫很快就能产生新的后代,影响计数的结果。

3.2 水体沉积物中轮虫休眠卵利用途径的探讨

3.2.1 区系分类和环境评价的应用 水体中各种轮虫的出现具有一定的季节性,要完整地确定一个水体的轮虫种类组成必须一年四季都进行采样;另外鉴定轮虫种类以活体为好,而野外采样有很多不便,给研究工作带来一定的困难。沉积物中的轮虫休眠卵能在一定程度上反映水体轮虫的种类组成。May L. 曾将泥样放在不同温度下进行了 12 周的萌发实验,获得的轮虫种类组成与她 6 年中每月采水样所获得的轮虫种类组成非常相似^[10]。诸葛燕等曾采集东湖底泥进行轮虫萌发实验,得到 41 种轮虫,与水样中的种类相同的有 31 种,一些东湖水体中常见的种类在萌发过程中都能见到^[11]。休眠卵较之活体轮虫能保存相当长一段时间而不丧失活力^[7],这一特性给研究工作带来相当大的便利。所以采集沉积物样品进行萌发是调查水体轮虫区系分类的一个简便、可行的方法。

诸葛燕等曾在底泥萌发实验中还发现了 10 种水体中所没有的特有种类,其中有几种在 60 年代东湖中均有出现,这些轮虫喜好生活于植物繁盛的水体中,在现在水体中消失的原因可能与水草的减少有关。因而她认为通过水体沉积物中轮虫休眠卵萌发的分类研究,不仅

可反映现在水体轮虫种类的组成,而且还可以推测水体过去的生态环境^[11]。

3.2.2 养殖业的应用 养殖业常常需要通过人工培养轮虫来满足生产的需要,休眠卵则常被收集做为保存种,这样不仅能保存较长时间,而且不受环境变化的影响,又便于运输。

从国内外文献报道及本实验结果表明,水体沉积物中贮藏着数量众多的轮虫休眠卵,因此,通过移植含休眠卵的沉积物和提高沉积物中的休眠卵孵化率,是一种提高水体轮虫数量的有效方法。李永函等^[1]在这方面曾作了有益的尝试。

移植含休眠卵的沉积物虽然不失为一种有效的提高水体轮虫数量之方法,但操作不甚方便,并且在底泥中,经常会带有轮虫敌害生物的卵,这样在轮虫孵化时,也会伴有这些敌害生物的孳生,影响轮虫生产。如能将轮虫休眠卵从沉积物中加以分离、集中,并经加工装罐密封,既减少体积,方便贮藏、运输,又可避免敌害生物的影响,并能根据生产需要随时孵化,则将会收到巨大的经济效益。李永函等在其实验中曾用 6% 的蔗糖溶液浮选出休眠卵,置一定温度条件下能孵化出轮虫^[1],但此法并不适用于大规模的生产中。作者曾试验了这种方法,但经数月的培养观察仍未孵化。初步分析原因可能是高渗液对淡水轮虫休眠卵有渗透压损伤,导致失活。因而作者认为关于沉积物中淡水轮虫休眠卵的有效分离方法还有待于今后的进一步研究、探讨。

参 考 文 献

- 1 李永函,丁建华,许方学. 养鱼池轮虫休眠卵分布和萌发的研究. 水生生物学报, 1985, **9**(1): 20~31
- 2 伊藤隆. 养鳗池の水変りに関する研究, X. 养鳗池底泥上における轮虫类の越冬耐久卵の分布密度. Report of Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie. 1958, **3**(1): 170~177
- 3 May L. Effect of incubation temperature on the hatching of rotifer resting eggs collected from sediments. *Hydrobiologia*, 1987, **147**: 335~338
- 4 Nipkow F. Die Radertiere im plankton des Zürichsees und ihre Entwicklungsphasen. *Schweiz Z Hydrolog*, 1961, **23**: 398~461
- 5 黄祥飞,胡春英,伍焯田. 武汉东湖的轮虫. 水生生物学报, 1985, **9**(2): 129~131
- 6 Pourriot R & Snell T W. Resting eggs in rotifers. *Hydrobiologia*, 1983, **104**: 213~224
- 7 Gilbert J J. Dormancy in Rotifers. *Trans Amer Micros Soc* 1974, **93**(4): 490~513
- 8 刘建康主编. 东湖生态学研究(一). 北京: 科学出版社, 1990. 407
- 9 黄祥飞. 武汉东湖若干轮虫卵和胚后发育时间的观察. 海洋与湖泊, 1989, **20**(2): 184~191
- 10 May L. Rotifer sampling—a complete species list from one visit? *Hydrobiologia*, 1986, **134**: 117~120
- 11 诸葛燕,黄祥飞. 武汉东湖轮虫种类组成及其分类讨论. 水生生物学报, 1993, **17**(4): 347~356

DISTRIBUTION OF RESTING EGGS OF ROTIFERS IN DEPOSITS OF DONGHU LAKE, WUHAN

Lin Li Zhou Jie

(*Aquacultural College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070*)

Huang Xiangfei

(*Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

Abstract

The densities and distribution of resting eggs of rotifers in deposits were investigated at three areas of Donghu Lake in August 1992 to July 1993.

The results show that the densities of resting eggs of rotifers decreased with the increase in depths of deposits from zero to 35cm. The pattern of vertical distribution of resting eggs was found to be "V" in shape.

The abundance of resting eggs increased with the increase in water trophic level. The annual average of abundance (Aug. , 1992~July, 1993) of resting eggs for the three regions were as follows: the hypertrophic region of Shuiguohu Lake (Station Ⅰ), 1.32ind./cm³; the eutrophic region of Guozhenghu Lake (Station Ⅱ), 0.74ind./cm³; the eutrophic-mesotrophic region of Tanglinhu Lake (Station Ⅲ), 0.71ind./cm³.

Monthly fluctuation of the abundance of resting eggs in found was found in Donghu Lake during August 1992~July 1993. The peaks were recorded in April(1.35±0.58ind./cm³), September(1.20±0.64 ind./cm³) and January (1.12±0.62ind./cm³). Monthly changes of densities at upper 0~5cm depths of deposits were obvious, and its ranges were great. The changes became irregular and the ranges became small with the increase in depths of deposits.

Resting egg densities in different waters and the ways concerning the use of resting eggs in deposits were discussed.

Key Words Donghu Lake, rotifer resting eggs, densities, distribution