

养鱼池轮虫休眠卵分布和萌发的研究*

李永函 丁建华 许方学

(大连水产学院)

提 要

东北地区部分鱼场养鱼池底泥中轮虫的休眠卵,表层(0—5厘米)数量每平方米为1.2—503万个,个别池塘高达1,573万个,其中完全暴露于泥表面的数量约占1—2%。休眠卵数量差别和池塘环境条件关系密切;各泥层中的轮虫休眠卵数量呈“V”形垂直分布的趋势。

萼花臂尾轮虫和角突臂尾轮虫的休眠卵在水温10—40℃;pH4.5—11.5;溶氧0.3毫克/升以上和盐度8.5‰以下的条件下可以萌发。10℃为其发育的生物学零度。

根据轮虫休眠卵分布和它的环境条件的关系,以及萌发的生态条件,阐述了在养鱼池中增殖轮虫所应采取的措施及其理论根据。

作为海产动物的活饵料,生活于海水和半咸水的褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)的生物学,已有过许多研究^[7];在淡水轮虫中,萼花臂尾轮虫(*B. calyciflorus*)、壶状臂尾轮虫(*B. urceus*)等的生物学研究较多^[8—10]。但迄今尚未见到有关淡水养鱼池中轮虫休眠卵分布和萌发的较系统的研究报道。

养鱼池中轮虫休眠卵通常沉于水底,混杂在泥沙之中,采集和分离的难度较大。作者于1981—1983年解决了方法问题并进而研究了萼花臂尾轮虫和角突臂尾轮虫(*B. angularis*)的休眠卵的分布和萌发生物学过程,以供轮虫生物学研究和鱼苗生产上参考。

条 件 和 方 法

1. 池塘条件 几年来分别在7个鱼场的67个鱼池,进行了观察试验(表1,2)。鱼池面积为1—3亩;水深1—2米;除松树水库鱼场为70年代初期所建外,其余都已建池20余年;池水盐度除金州和南关岭两场,由于受沿海盐碱性土壤的影响,分别达到1.5—2.5‰和5.0—10.0‰以外,其余地区都不超过0.5‰,是典型的淡水。

2. 休眠卵的采集、分离和定量 各试验池设2—4个点,用自制的体积为600厘米³的长圆筒形有机玻璃采泥器,即休眠卵采集器(图1),垂直插入泥底,采取约10厘米厚的底泥,并切取上部5厘米高度的泥层容积为1,000毫升的盛泥钵中,加水稀释到600毫

* 参加工作的还有黄一军、施伟钢、李美娟、张铁军、王克江、申桂玲、姜桂珍和芮连生同志。本工作得到何志辉副教授的热忱帮助和指导;邵桂花同志为文内插图复墨,张良汉同志帮助绘制部分插图,谨此致谢。丁建华现工作单位:山西省水产研究所;许方学现工作单位:辽宁省朝阳地区水产研究所。

1983年12月1日收到。

升, 搅拌均匀后取出 10 毫升, 注入 50 毫升的烧瓶中, 准备分离。用 74 厘米高 (底面积为 14 厘米²) 的圆筒形塑料管测定轮虫休眠卵的垂直分布。

分离前先在用精盐调成的饱和食盐水中, 加入其重量 20% 的蔗糖 (普通市售白糖即可), 配制成糖盐高渗液。

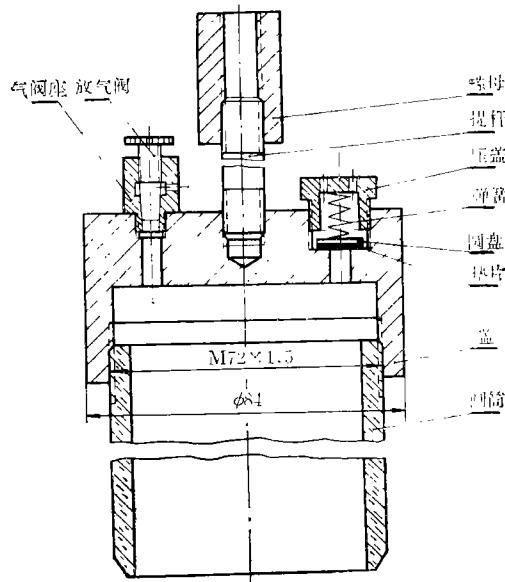


图 1 休眠卵采集器

Fig. 1 Apparatus for collecting the resting eggs

分离时, 将高渗液徐徐加入上述盛泥浆水的烧瓶中, 用玻棒搅动 1 分钟, 静置 20 分钟; 待泥沙下沉后再搅动, 并再加高渗液(同时冲洗搅棒), 使液面略突出于瓶口; 这时休眠卵逐渐上浮。为使观察清晰, 可加 1—2 滴碘液让其着色(用于萌发的卵不可加碘), 20 分钟后即可计数。

计数时, 先用计数框在突出瓶口的液面上粘取上浮休眠卵, 随即置低倍镜下观察并计数, 一般粘取 3—4 片即可将上浮休眠卵取尽。

在测定泥表面休眠卵的数量时, 先将 20 厘米高(直径 30 厘米)的采泥器采满(其中泥 15 厘米, 水约 5 厘米), 并移置玻璃板上, 去盖, 用虹吸管移出三分之二上层清水, 再补进相同量的糖盐高渗液(切勿搅动泥层), 20 分钟后, 泥表面休眠卵即可上浮。

休眠卵的数量可按下式计算:

$$N = \frac{V \times P_n}{U \times S}$$

N —休眠卵数量(个/厘米²或万/米²) P_n —观察到的休眠卵数量(个)

V —被稀释后的泥水体积(毫升) S —采泥器底面积(厘米²)

U —所取泥浆水样体积(毫升)

3. 休眠卵的萌发 用 6% 的蔗糖溶液分离出休眠卵。用 9 支容量为 10 毫升的试管(其中 1 支供观察用), 分别盛上各类孵化液, 并放入 100 粒左右的休眠卵, 置一定温度条件下孵化。萌发时间的计算是以某一阶梯有二分之一(4 支)以上的试管中出现轮虫为

准。

在温度对轮虫休眠卵影响的试验中, 把上述各组试管盛上 1/2 管经过滤处理的自来水 (pH7—7.2, 溶氧 6—8 毫克/升), 置恒温水浴 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 中观察在 10, 15, 20, 25, 30, 35, 38, 39, 40 和 42°C 的温度下以及用冰箱调节的 2, 3, 7, 8 和 9°C 温度下休眠卵的萌发情况。

在 pH 对轮虫休眠卵影响的试验中, 取自来水或池水用 HCl 和 NaOH 调制成 4—12 的各 pH 阶梯的孵化液。并在 7 以下各阶梯中加入适量的乙酸和乙酸钠; 在 8 以上各阶梯中加入少量 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 等缓冲剂以稳定 pH。把配制好的孵化液, 分别装入各组试管中, 同时放到 25°C 恒温水浴中孵化, 连续观察 48 小时。

在溶氧对轮虫休眠卵影响的试验中, 分别以流水法和充氮法恒定各试验阶梯的溶氧。

流水法: 将自来水煮沸。10 分钟后倒入塑料桶内密封, 此时水中溶氧为 0.2 毫克/升, 在冷却过程中向桶内充氮或氧, 以调制成含氧量为 4.00, 0.52, 0.79, 0.61 和 19.10 毫克/升的孵化用水阶梯, 分别注入盛有休眠卵的各组试管中, 各管口安装有进出水孔。出水孔有滤网以防卵外逸; 进水孔和对应的塑料桶以胶管相连, 由于试管与桶内的水不断交换, 一定时间内溶氧量基本一致。时间长, 则稍有变化, 如 24 小时后, 各组溶氧分别为 1.37, 0.37, 0.30, 0.54 和 27.00 毫克/升。除第五组外其余都只变化在 0.30—4.00 毫克/升的低氧水平内。孵化用水的 pH 为 7.2; 试验在平均 22.5°C 的室温条件下进行。

充氮法: 向盛有自来水的 3 组容器中充氮, 使水中含氧量分别为 0.19, 0.24 和 0.48 毫克/升, 并将之密封于塑料桶中, 又将盛休眠卵的试管充氮排出空气, 同时用导管从塑料桶中引进低氧水至试管容积 2/3 处, 塞紧胶塞, 置平均气温 23°C 的室内条件下孵化。24 小时后进行观察, 并再次测定溶氧。最后测定各组溶氧量都基本稳定或略有下降, 下降幅度未超过 0.10 毫克/升。

在盐度对轮虫休眠卵影响的试验中, 用蒸馏水加不同量的海水分别配制成千分之 1.0, 3.8, 4.8, 5.0, 6.3, 8.0, 8.5, 9.4, 10.0, 12.0, 14.0 和 20.0 不同盐度的孵化液 (pH7.0—7.2; 溶氧 7—8 毫克/升), 另设蒸馏水和自来水做对照, 再将各组孵化液盛入有休眠卵的试管中, 置 25°C 恒温水浴中孵化, 观察 72 小时。

试 验 结 果

(一) 表层淤泥中的休眠卵数量

1. 在东北地区 7 个渔场 67 个鱼池的表层 (0—5 厘米) 淤泥中, 除营口水产所和卅里堡渔场的两个新挖池塘, 以及南关岭渔场的两个受海水潮汐影响较大的池塘没有发现休眠卵外, 其余 63 个鱼池都有轮虫休眠卵出现 (表 1)。

2. 各不同渔场以及同一渔场的不同池塘, 其表泥层中休眠卵的数量相差悬殊, 其中以底泥肥厚, 保水性能强, 又大量追施过有机肥的金州鱼种场最高, 平均为 503 万个/米²; 底泥较厚, 保水力强, 也大量追施有机肥的金山堡鱼种场次之, 平均为 239 万个/米²; 沙质底, 渗漏严重的松树水库渔场, 以及淤泥虽厚而盐度较高的南关岭渔场最低, 其余中等 (表 1)。金州鱼种场各鱼池的淤泥厚度, 保水性能和施肥情况接近, 轮虫休眠卵量普遍较高;

表1 东北地区部分渔场养鱼池0—5厘米表泥层中轮虫休眠卵的数量

Tab. 1 The number of resting eggs of rotifer in the upper 5cm depth of the bottom mud in fishponds of certain fishfarms in northeastern part of China

采样地点		鱼池数	底泥厚度(厘米)			底质	休眠卵数量(万个/米 ²)			休眠卵出现率(%)	备注	
地区	渔场		最低	最高	平均		最低	最高	平均			
大连	金州鱼种场	26	20	55	38.5	腐泥个别池塘为黄泥或沙	13	1,573	503	100	大量追施粪肥,投喂部分商品饲料	
	庄河水产所渔场	8	10	35	22.1	壤土有部分腐泥	55	158	94	100	施牛马粪肥,喂商品饲料,经常清淤	
	卅里堡渔场	7	5	30	17.9	沙壤土带腐泥	0	57	24	85.7	喂商品饲料,池塘稍有渗漏现象	
	松树水库渔场	7	10	25	15.0	沙质	2	9	4.4	100	喂商品饲料,池塘渗漏严重	
	南关岭渔场	5	30	50	41.0	腐泥	0	4	1.2	60	靠近海滨,盐度高	
	哈尔滨	金山堡鱼种场	7	15	45	28.0	壤土带腐泥	42	698	239	100	施有机肥,喂商品饲料,经常清淤
	营口	水产所渔场	7	5	50	23.6	沙壤土带腐泥	0	112	28	85.7	施有机肥,喂商品饲料,经常清淤

表2 金州鱼种场不同类型鱼池0—5厘米表泥层中的轮虫休眠卵数量

Tab. 2 The number of resting eggs of rotifer in the upper 5cm depth of the bottom mud in different fishponds of the Jinzhou Fingerling Farm

池别	池数	休眠卵(万个/米 ²)		备注
		范围	平均	
鲤鱼池	6	700—1,529	1,060	包括鲤亲鱼和鲤鱼种池
亲鱼池	5	409—1,573	700	以鲢亲鱼为主,其中休眠卵量最多的309号池中放有部分鲤、草亲鱼
苗种池	15	13—736	215	休眠卵量最多的101号池有生活污水注入

鲤鱼池中特别多,以饲养鲢亲鱼为主的次之,苗、种池最低,但其中有生活污水注入的101号鱼苗池也达到736万个/米²(表2)。

(二) 不同深度泥层中休眠卵的数量和萌发状况

休眠卵广泛分布于各不同深度的泥层中,各层中的数量不等,多数池塘由底至表层休眠卵量逐渐增加,呈“V”形分布(图2);个别池塘(如201池东)各泥层中的休眠卵量接近或

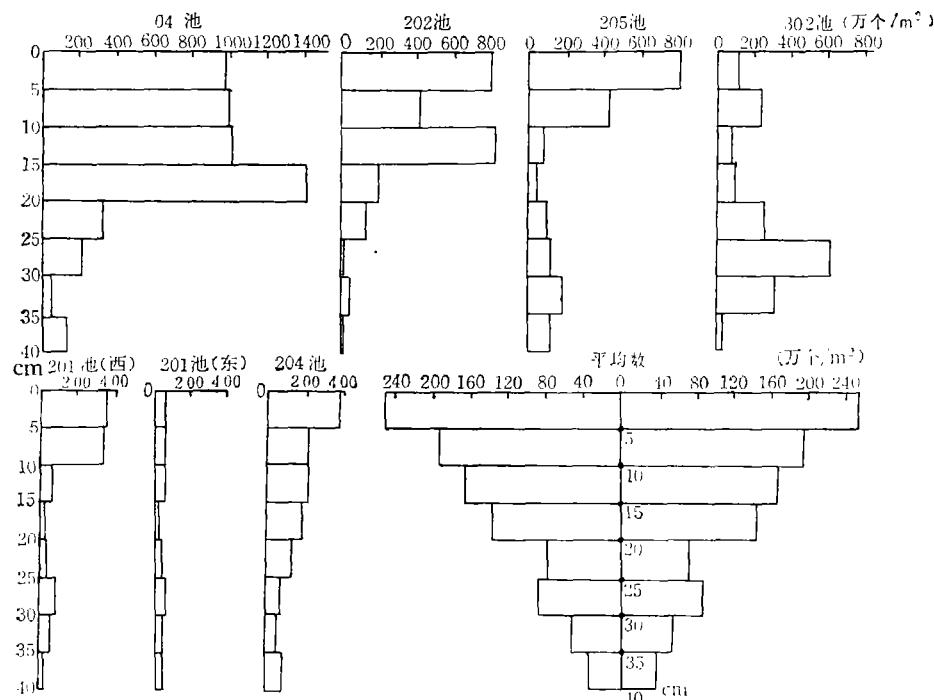


图 2 金州鱼种场几个鱼池不同深度泥层中轮虫休眠卵的数量和平均数

Fig. 2 The numbers and mean values of resting eggs of rotifer in different depths of bottom mud in some fishponds of Jinzhou Fingerling Farm.

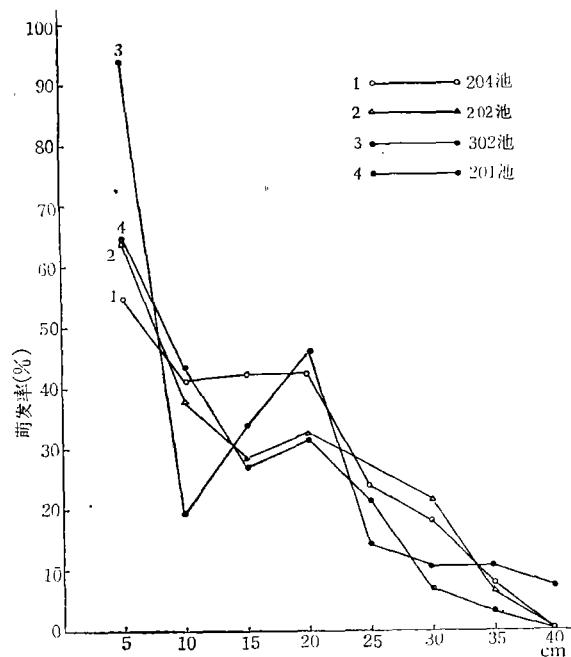


图 3 金州鱼种场几个鱼池不同深度泥层中轮虫休眠卵在室内条件下的萌发率

Fig. 3 Hatching rate of resting eggs from different depths of bottom mud in some fishponds of the Jinzhou Fingerling Farm under laboratory conditions

呈不规则分布(302池)。

不同深度泥层中的休眠卵在室内相同条件下的萌发率不一样,其基本趋势是随泥层加厚而递降。最表层都在50%以上;20厘米以下大幅度降低,多不足20%;最底层(35—40厘米)除302池仍保持7.1%的萌发率外,其余各池不再萌发(图3)。

(三) 泥表面休眠卵的数量

14个普通池中变化范围为0—22万个/米²,平均3.9万个/米²,约相当于它0—5厘米泥层卵量的1.5%。在水温17.5—26°C时测定的7个鱼池,明显低于12—13.5°C时所测定的7个鱼池;两个鲤亲鱼池的泥面卵量平均达166.5万个/米²,相当于其泥层卵量的18.4%,远较普通池为高(表3)。

表3 金州鱼种场部分鱼池泥表面轮虫休眠卵的数量

Tab. 3 The number of resting eggs (in ten thousand per square meter) of rotifer on the surface of the bottom mud in different groups of fishponds of the Jinzhou Fingerling Farm

池别	池数	表层水温 (°C)	0—5厘米泥层中休眠卵(万个/米 ²)		泥表面的休眠卵(万个/米 ²)		
			范围	平均	范围	平均	相当于表泥层卵量%
普通池	7	12—13.5	83—546	255.1	0.4—22	6.6	2.6
普通池	7	17.5—26	63—1640	497.1	0—2	1.2	0.3
鲤鱼池	2	13.5	890—920	905.0	130—203	166.5	18.4

(四) 休眠卵萌发和若干生态因子间的关系

1. 水温 养鱼池中最常见的萼花臂尾轮虫和角突臂尾轮虫的休眠卵,其萌发所需水温下限为10°C,上限为40°C。萌发时间以38°C时最短,平均只需8小时42分;10°C时最长,平均需要140小时55分。即萌发时间随温度升高而缩短,二者呈负相关(图4B)。但当水温升高到38—40°C时,萌发时间反而延长。温度变化对休眠卵萌发时间的影响是不均衡的,在10—20°C时温度变化的作用十分显著,20—38°C时这种作用相对减缓,而38—40°C时此种作用又比较突出。不过作用相反(图4A)。

9°C以下的各试验组,在长达23天的时间内休眠卵都没有萌发,可见,本试验几种轮虫的休眠卵发育的生物学零度为10°C。

2. pH 休眠卵在pH4.5—11.5的范围内可以萌发。低于4.5或高于11.5,经48小时仍无轮虫出现。

萌发所需时间pH6—10需16小时左右,其中8时最短(15小时45分),在此范围之外,无论pH升高还是降低,都将延长其萌发时间,最长可接近或超过20小时(图5)。

3. 溶氧 在用流水法调制的溶氧量平均值为0.49—25.30毫克/升(变化范围为0.3—27毫克/升)之间的各组试管中,轮虫休眠卵均可正常萌发,萌发率都在50%以上。

在用充氮法调制的溶氧量平均值为0.15—0.17毫克/升(变化范围为0.10—0.19毫克/升)之间的各组试管中,轮虫休眠卵72小时仍未萌发;平均值为0.22—0.24毫克/升

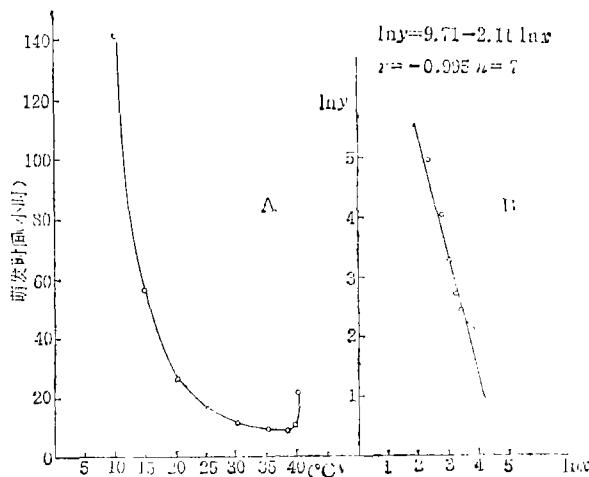


图 4 温度与萌发的关系

A. 温度与休眠卵萌发时间的关系；B. 温度与休眠卵萌发时间的自然对数关系

Fig. 4 Relationship between sprouting and temperature

A. Relationship between resting egg development time and temperature

B. Relationship between resting egg development time and temperature (log-log scale)

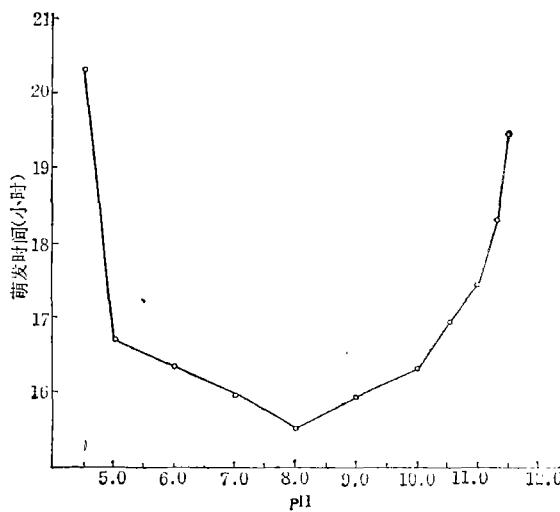


图 5 pH 对轮虫休眠卵萌发时间的影响

Fig. 5 Effects of pH on resting egg development time

(变化范围为 0.20—0.24 毫克/升)的两组试管中, 24 小时后发现了小轮虫, 但不会正常活动并很快死去; 只有在平均量为 0.44—0.48 毫克/升(变化范围为 0.40—0.48 毫克/升)的两组试管中, 休眠卵正常萌发。可见, 0.3 毫克/升可大致视为该两种轮虫休眠卵正常萌发的临界氧量。

4. 盐度 萝花臂尾轮虫的休眠卵在盐度 8.5‰ 以下的各组中均可正常萌发, 在此范围内萌发时间随盐度增加而延长; 在蒸馏水、自来水中和在 1‰ 含盐量孵化液中没有明显

不同;盐度超过 8.5‰ 的各组试管中, 72 小时未见萌发。8.5‰ 可大致视为萼花臂尾轮虫休眠卵萌发的盐度上限。

讨 论

(一) 休眠卵的分布与鱼池环境条件的关系

从我国东北地区, 7 个渔场的 60 余个养鱼池底泥中轮虫休眠卵数量测定结果(表 1—3)表明: 鱼池的淤泥厚度、保水性能、放养鱼类别和管理方式等, 都对休眠卵的数量和分布有重要影响。通常情况下, 年深日久、淤泥肥厚的老池(如金州鱼种场的多数池塘), 其休眠卵数量就比较多; 反之, 新建鱼池(如营口卅里堡鱼场的新开池)中休眠卵就极少。放养鲤鱼的池塘其休眠卵量明显的多, 表泥层平均可达 1,060 万个/米², 这可能和鲤鱼的食性有关。鲤鱼(不包括鱼苗)极少取食轮虫, 而它却不停地拱食泥中的底栖生物, 使泥下层的休眠卵经常翻到泥表来, 从而为轮虫休眠卵的萌发和“再生产”创造了条件。我们曾连续两年在 5 月水温刚接近 20℃, 一般池中轮虫量很少时, 看到金州鱼种场 305 号鲤亲鱼池在不清塘的情况下, 自然大量发生轮虫(29 万个/升), 其后产生休眠卵。

松井等认为养鳗池最易发生轮虫, 并视为一害^[3]。可见饲养底层鱼类对池塘轮虫休眠卵的萌发和积累都有促进作用。此外, 长期饲养以鲢为主的亲鱼池(如金州鱼种场的 309 号池等 5 个亲鱼池), 其表泥层休眠卵量平均达到 700 万个/米², 这与亲鱼池的大量施肥、投饵为轮虫繁殖提供食物基础有关; 相反, 连年饲养鱼苗、鱼种, 特别是鳙鱼种的池塘, 由于鱼类的强烈摄食, 常常使池中轮虫未及产生休眠卵就被吞吃殆尽。因此, 池底休眠卵量就比较少。但是如果创造有利于轮虫繁殖的条件, 例如注入生活污水, 即使有较多的鱼类摄食, 同样可以储备一定数量的轮虫休眠卵。

渗漏池休眠卵少的原因主要是水交换量大, 内源性有机碎屑少, 细菌量不多, 轮虫缺少食物所致。经常清除淤泥, 也是休眠卵量少的重要原因。

轮虫休眠卵广泛分布于各不同深度的淤泥层中, 由表到底逐渐减少呈“V”形分布(图 2)。这是淤泥逐年加厚(平均每年约淤积 2—3 厘米), 休眠卵不断增多的结果。建池初期从空气、水流、肥料中可能带进的部分轮虫及其休眠卵, 是最底层休眠卵的基本来源; 逐年的施肥、投饵。一方面增加了淤泥的沉积, 一方面促进了轮虫的繁殖, 休眠卵量也不断积累。少数池塘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, 致使其各泥层中的休眠卵量接近或呈不规则分布。

在 0—5 厘米厚度的表泥层中, 包括了泥表面的休眠卵, 这部分休眠卵量可相当于该表泥层中卵量的 0.3—18.4 万个/米², 其绝对量多的可达 203 万个/米², 少的甚至完全没有发现(表 3)。此种分布上的差异首先和测定时的水温有关, 低水温(表层 12—13.5℃, 底层不过 10℃)条件下泥表休眠卵尚未萌发, 数量必然多; 高水温(17.5—26℃)时泥表休眠卵已大量萌发, 数量就比较少。此外, 放养鱼类别也会影响到泥表休眠卵的数量, 例如, 泥表卵量特别多的 04 池和 305 池, 恰巧都是鲤鱼饲养池。鲤鱼的频繁拱泥活动, 可以把覆盖于泥层中的休眠卵翻动到泥表面。

分层测定结果(图 3)还表明, 在室内合适的条件下, 在一定深度范围内的各泥层中的

轮虫休眠卵都有一定的萌发能力,但萌发率有颇大的差异,其总趋势是从上到下逐渐降低;镜检各层休眠卵时也发现愈往底层异常卵愈多(异常卵颜色混暗不具光泽),可见,各不同深度泥层中的休眠卵的存活情况是不相同的。深层的缺氧条件对休眠卵不利,但短时间内尚不致丧失萌发能力,只有年深日久才可能自然死亡。所测的 204 池、202 池和 201 池都于 1958 年修建,从未进行过彻底清淤,估计 35 厘米以下的休眠卵已被埋藏 20 余年,不能萌发可以理解。越近泥表其埋藏时间越短,萌发率也就越高。值得注意的是在 20 厘米深处(估计埋藏 10 年左右)休眠卵萌发率明显提高到和亚表层(5—10 厘米)接近的程度,从而可以大致看出,轮虫的休眠卵在淤泥中保存 10 年左右尚不致丧失萌发能力,超过此界限存活率将可能受到较大影响,至 20 年后便基本上不再萌发。1965 年筑池的 302 池,35 厘米以下的最底层淤泥中的休眠卵(估计为 18 年)还保持着 7.1% 的萌发率;1975 年建成的 04 池,40 厘米深处的底层休眠卵,在室内合适条件下仍保持着较高的萌发率。这些都在一定程度上说明:影响轮虫休眠卵存活的主要因素是它在淤泥中埋藏的时间,而不是它被埋藏的深度。

不仅在泥层中埋藏时间太久,失去生命力的休眠卵不能萌发,当年产生的,没有经过休眠阶段的新鲜休眠卵也同样不能萌发。我们曾将此种卵置室内合适条件下,连续观察 30 天仍未见萌发。王家楫(1961)^[1]曾指出:轮虫休眠卵在孵化以前,必须经过几个星期至几个月漫长的潜伏时期。某些试验池表层休眠卵萌发率不高,可能与此有关。

(二) 休眠卵的萌发与生态因子的关系

萼花臂尾轮虫和角突臂尾轮虫的休眠卵萌发的温幅为 10—40℃,在 10—38℃ 范围内,萌发时间随温度升高而缩短,温度的作用比较突出;但温度变化对休眠卵萌发时间的影响是不均衡的,在 10—20℃ 时作用明显,而在 20—38℃ 时就减缓了。

这和 Богатова (1980)^[10]的关于萼花臂尾轮虫的最适温度为 21—26℃ 的报道是一致的。说明在最适温度范围内,温度变化的作用相对减弱。

据本试验结果,萼花臂尾轮虫等的休眠卵在 9℃ 及其以下的阶梯中不能萌发,即 10℃ 为其休眠卵发育的生物学零度。在水温 10—25℃ 时休眠卵孵化时间为 140.9—16.1 小时。据 Pourriot (1962a)^[7] 的材料,萼花臂尾轮虫的非需精卵胚胎发育的生物学零度为 7.3℃;水温在 8—23℃ 时的孵化时间为 52—15 小时。可见,休眠卵的发育较非需精卵要求更多的热量。

壶状臂尾轮虫休眠卵孵化的温幅为 3—18℃^[11]。其生物学零度远远低于萼花臂尾轮虫。这种情况除了种间差别外,还可能和不同地域的种群对环境条件的适应有关。

我们的试验表明,萼花臂尾轮虫等的休眠卵萌发的 pH 范围为 4.5—11.5,而以 6—10 之间的萌发速率最快。Богатова (1980)^[10] 指出:臂尾轮虫属可生活在 pH 4.5—11.0 的范围内,最适 pH 约在 7—10 之间,说明休眠卵较虫体有更强的适应性。

从我们的研究结果看,0.3 毫克/升可视为萼花臂尾轮虫等的休眠卵正常萌发的最低氧量。

Schluter 等(1981)^[9]也曾有过壶状臂尾轮虫在 0.72 毫克/升时停止生殖,在 0.3 毫克/升低氧中生活几小时后再置高氧液中,其生殖仍不受影响的报道。说明臂尾轮虫是耐低

氧的,和对 pH 的关系相似,休眠卵比虫体有更强的适应性。

我们的试验还表明,萼花臂尾轮虫的休眠卵在盐度 8.5‰ 以下的孵化液中均可正常萌发; 8.5‰ 可大致视为它萌发的盐度上限。

据 Богатова (1980)^[10]的材料,萼花臂尾轮虫能忍耐 5—6‰ 的盐度,如果经过一定时间的驯化,盐度上限可达 8‰。可见,休眠卵的耐盐性仅略高于虫体。据傅素宝等(1962)^[6]的材料,壶状臂尾轮虫可忍耐 43.32‰ 的盐度,在 22‰ 盐度条件下繁殖最合适。这样高的耐盐性恐为褶皱臂尾轮虫之误。

(三) 提高鱼池中轮虫休眠卵数量和孵化率的途径

在水温 20—25℃ 时,鱼池用生石灰清塘后,大约十余小时池水 pH 在 11 甚至 11.5 以上^[5],此时轮虫休眠卵不能按时萌发。之后,随着 pH 的下降,大约在清塘后 24 小时,池水中开始出现从休眠卵孵化出的第一代轮虫,其数量和泥表面休眠卵量有关。一般情况下,鱼池(不包括鲤鱼池)底泥表面的休眠卵量可达几万个/米²(表 3)若取其平均值的近似值为 4 万个/米²,萌发率如果按 50% (室内最佳条件下可达 70%) 计,则第一代轮虫数为 2 万个/米²(水柱),设水深为 0.5 米,则水中轮虫的数量可达 40 个/升。据我们测定¹⁾,在合适条件(水温 25℃, pH8.0, 溶氧 7—8 毫克/升)下,轮虫可以每天 4 的倍数增加其种群数量。即一个抱卵雌虫,经 5 天可繁殖 250 个后代,也就是说,池水中的第一代轮虫,再经 5 天的增殖便可达到 10,000 个/升。

据我们的材料²⁾,在休眠卵量大致相等的条件下,清塘后轮虫高峰(5,000—10,000 个/升)出现的时间(天)与水温(x)关系的回归式为 $y = 45.5 - 1.62x (n = 21, r = -0.94)$ 。则水温 25℃ 时,轮虫高峰应出现在清塘后的第 5 天。和上述结果基本一致。但与我们^[4]近年的实测结果(水温 20—25℃, 清塘后 8—10 天轮虫可达到 10,000 个/升左右的高峰)相比,稍有提前,其原因可能是实测池部分泥面被清塘时用的石灰覆盖,影响了休眠卵的全面萌发。尽管如此,在实际生产中,某些休眠卵量较多的鱼池,轮虫仍可提前达到高峰。如 1981 年 6 月,平均水温 25—26℃ 时,金州鱼种场 304, 305 池用生石灰排水清塘后,轮虫分别于第 7 天和第 5 天达到高峰,两池轮虫高峰出现时间上的差异,看来和它们池底休眠卵的数量(304 池 0—5 厘米泥层中为 225 万个/米²; 205 池为 895 万个/米²)直接有关。

由此可见,池塘底泥(主要是 0—5 厘米表层)中的休眠卵量与池塘轮虫生物量关系十分密切。欲使鱼池中的轮虫高产,就必须充分利用和保护好“卵资源”,并为其萌发创造条件。达此目的可循下述途径:

1. 实行“鱼池轮作” 每隔 1—2 年甚至不同季节改换饲养品种,尤其应当注意鱼苗池和底层鱼类饲养池的轮换。例如,上述金州鱼种场的 305 池就是秋、冬、春季饲养鲤亲鱼;夏季培育鱼苗,致使该池底泥中轮虫休眠卵多,鱼苗饲养期轮虫生物量大,饲养效果好。又如山东郯城县渔场³⁾1981 年选用 3 个池塘培育轮虫饲养鱼苗,其中两个历年养鲤鱼的池塘,清塘后很快出现大量轮虫(水呈灰白色,有群游现象),高峰期持续 40 余天,投放 0.8

1) 李永函、施伟钢,萼花臂尾轮虫的世代周期(手稿)。

2) 李永函, 1983。鱼苗池及鱼种池浮游动物的培养和利用(手稿)。

3) 张锡纯,关于用轮虫养鱼苗的总结报告(手稿)。

寸左右的鲢、鳙“乌仔头”(3万尾/亩),在很少喂精饲料的情况下,经一个多月,平均体长达到2.5寸,生长速度比一般鱼池快一倍;而另一个连年饲养鱼苗的池塘,虽采取同样措施,却始终没有培养出大量的轮虫,其原因显然和池塘轮虫休眠卵的数量有关。

2. 排水清塘辅以拉网或用铁链搅动底泥 一般池塘在厚5厘米的表层淤泥中,都有相当数量的轮虫休眠卵,但是完全露于泥表面者却不过是它的1—2%(表3)。模拟试验表明,在鱼池中,只有完全暴露于泥表面或漂浮于水层中的休眠卵才能萌发,被泥沙覆盖的休眠卵是难以破膜的。清塘(必然搅动底泥)、拉网或拉铁链子与前述鲤鱼拱泥的作用一样,可以搅动底泥,把休眠卵翻动到泥表面或水层中来;此外,排水清塘由于水层减薄,还可提高鱼池白天的水温(此点在早春特别重要)和增加底层的溶氧;清塘还清除了野鱼和敌害,这些,对轮虫休眠卵的萌发以及轮虫的繁殖都十分有益。因此,一般鱼池实行排水清塘后,通常都有一个轮虫集中发生的高峰期。

3. 移植休眠卵 鱼池中的轮虫休眠卵若按泥层体积算,每米³中可能有5,000—10,000万个,假如挖取这类富含轮虫休眠卵的底泥,移置新建的鱼池或缺少休眠卵的池塘,增殖轮虫的效果是显著的。如1983年6月,我们挖取含轮虫休眠卵量约为1亿个/米³的04池的淤泥80斤,加入1%的生石灰,用水调成泥浆后均匀泼洒到一个贮水量仅10吨的小池中(池水中原来无轮虫),48小时后,池水中轮虫达到3,400个/升。

据卢奋英等(1960)^[2]的资料,用每亩600—700斤湖泥(塘泥)加4—4.5斤生石灰进行混合施肥,可以提高水体肥力,还可增加水中浮游生物的数量。可见,塘泥移置是一项既可移植轮虫又可提高水体肥力的好办法。

参 考 文 献

- [1] 王家楫, 1961。中国淡水轮虫志。第18页。科学出版社。
- [2] 卢奋英等, 1960。湖泥施肥的研究。水生生物学集刊, (1): 12—29。
- [3] 刘金海、张世义译(松井魁等著), 1976。鳗鲡生物学和人工养殖。第84页。科学出版社。
- [4] 李永函, 1978。关于鱼苗下塘时池水水质生物指标问题的探讨。淡水渔业, (1): 13—19。
- [5] 李永函等, 1983。生石灰清塘后水质变化规律的研究。大连水产学院学报, (1): 23—45。
- [6] 傅素宝、陈孝麟, 1962。壶状臂尾轮虫的培养研究。厦门大学学报, 9(4): 329—331。
- [7] Pourriot, R., 1962a. Sur la déterminism du mode de reproduction chez les Rotifères Schweiz. Z. Hydrol., 27: 76—87.
- [8] Pourriot, R. 1962b Recherches sur l'écologie des rotifères. Vie Milieu, 21 (Suppl.): 1—224.
- [9] Schluter, M. and J. Groeneweg, 1981. Mass production of freshwater rotifers on liquid wastes 1. The influence of some environmental factors on population growth of *Brachionus rubens* Ehrenberg 1838. Aquaculture, 25: 17—24.
- [10] Богатова, И. Б., 1980. Рыбоводная гидробиология. Москва.
- [11] Васильева, Г. А. и Г. Л. Окунева, 1961. Опыты по разведению коловратки *Brachionus rubens* Ehr. как корма для молоди рыб. Вопросы ихтиологии, (4): 752—761.

ON THE DISTRIBUTION AND HATCHING OF RESTING EGGS OF ROTIFER IN FISHPONDS

Li Yonghan, Ding Jianhua and Xu Fangxue
(Dalian Fisheries College)

Abstract

This paper embodies the results of field surveys on the abundance and distribution of the resting eggs of rotifer in fishponds and the experimental investigations on the effects of some external or internal factors on the hatching of the eggs.

The number of the resting eggs in the upper 5 cm depths of the bottom mud in the fishponds is estimated at twelve thousands to five millions per square meter, of which only about 1—2% lie on the free surface. The eggs may normally be incubated under such conditions where water temperature being 10—40°C, pH value 4.5—11.5, salinity less than 8.5‰ and the O₂ content above 0.3 mg/l.

The relationship between the number of rotifer population and their resting eggs and the ways to increase the abundance of rotifer in fishponds are discussed.

Key words: Rotifer, resting egg