

两种淡水枝角类生殖量的季节变化

堵南山 賴偉 鄧雪怀

(华东师范大学生物学系)

孤雌生殖与两性生殖的交替是枝角类对外界环境条件的一种特殊适应。当环境条件良好时,孤雌生殖的雌体所产的夏卵,不需要受精就能迅速发育。可是,环境条件一旦恶化,孤雌生殖就逐渐被两性生殖所代替。这时,雌体产出的冬卵,必需受精才能发育。受精的冬卵发育到一定程度后,就进入滞育期,暂时停止发育。在滞育期内,种群虽已消失,但冬卵具有很强的抗耐力,能够安然度过条件不良的时节,俟环境改善后,再继续发育,孵出雌体,从而保证了种的存續。

枝角类的冬卵数目很少,每胎只产1—2个,而夏卵有不少种类每胎能产许多个。同时,孤雌生殖通常又能接續不断地进行许多代。因此,在孤雌生殖世代,个体增加迅速,种群扩大很快。当然,种群的生长是受多种内外因子支配的^[11,16],但毫无疑问,孤雌生殖的雌体每胎所产的夏卵数或幼体数,即生殖量¹⁾,对种群数量变动影响很大^[15]。要想探索枝角类种群数量变动的原因,必须研究生殖量的问题。

过去有不少学者研究过枝角类的生殖量,但研究多在室内进行,对自然种群的生殖量研究甚少,尤其是生殖量的季节变化,只有 Lilljeborg (1900)^[14]、Berg (1929)^[8]与 Green (1956)^[12]等人曾经在野外作过一些初步观察。本工作试图通过对上海两种淡水枝角类整年的野外实地观测,并应用对自然种群随机抽样的数理统计方法,来探明生殖量季节变化的趋势和原因,为研究枝角类种群消长以及移殖与培养这类动物作为鱼类饵料提供理论依据。

一、材料与方 法

发头裸腹水蚤 (*Moina irrasa* Brehm) 与蚤状水蚤 [*Daphnia pulex* (De Geer)] 都能产相当多的夏卵,宜于作为生殖量季节变化的研究对象。这两种是上海小型水域中习见的淡水枝角类,在我们所择定的研究点,即 A、B 两个池塘中,也有分布,并且数量很大,为 A、B 两池的绝对优势种。

我们的研究点 A、B 两池,位于上海市西郊。A 池四周均系菜田,面积约 500 平方米,深 0.3—0.5 米。B 池紧靠厨房与宿舍,面积约 300 平方米,深约 0.5 米。两池相隔 1,000 米左右,互不相通。池底都有丰富的有机物质。池水微偏碱性,pH 在 6.4—8.0 之间,年变化不大。水色除冬季外,平时比较混浊。夏季间或呈黑褐色,并散发臭气。水温年较差颇大,但冬季未曾结冰。池内维管束植物原很缺乏,只有极少的浮萍 (*Lemna minor* L.) 与雨久花 (*Monochoria korsakowii* Regel et Maack)。后来在 5、6 月间,移入了一部分水浮莲 [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms]。夏末秋初,水浮莲大量繁殖,几乎布满了两个池塘

1) 系指孤雌生殖的雌体每胎所产的夏卵数即产卵量 (Fecundity) 与幼体数即产仔量 (Fertility) 二者而言。

的全部水面。池内未曾养鱼。分布的枝角类除上述两种外,还有长额象鼻水蚤 [*Bosmina longirostris* (O. F. Mueller)]、圆形盘肠水蚤 [*Chydorus sphaericus* (O. F. Mueller)] 以及几种尖额水蚤 (*Alona*), 但数量都比较稀少。

在研究前,对上述两个池塘预先作了初步调查。正式的工作则从1961年4月1日开始,一直继续到1962年3月31日为止。在这段时间内,连续观测了两池的水温、酸碱度与水色等,并用抄网采集标本。观测与采集每旬通常进行1—2日次;一年中共观察和采集59日次,获得标本136号。

标本在野外即用4%福尔马林固定。携回实验室后,在显微镜下观察,同时选择其中完整而怀卵的孤雌生殖雌体,测量其长度,然后再用解剖针剔出孵育囊内的夏卵或幼体,并查计数目。前后共测数发头裸腹水蚤2,227只,蚤状水蚤1,235只,合计3,462只。

测数以后,根据记录进行统计。除回归系数一项系按下式计算外,其余各项数据都是用一般方法求得的。

$$\text{回归系数计算式} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

二、结 果

发头裸腹水蚤是1937年Brehm^[9]所报导的一个新种,产于美国西部Nevada。此外,只在我国云南昆明有过记载^[6]。近年来,我们发现这种枝角类在上海地区不仅分布广,而且数量也很大。发头裸腹水蚤的生活史,迄今为止,还没有人研究过。通过这次工作,可以判定这种枝角类是多周期生殖的。根据雄体出现的时间与种群消长的情况,发头裸腹水蚤一年显然有四个周期。越冬的冬卵在3月中旬孵化以后,便继续进行许多代孤雌生殖,种群逐渐扩大。到4月中旬,出现雄体,进行两性生殖,形成受精的冬卵,随后就进入滞育期,完成了第一周期。到4月下旬,第二周期即开始。这时,第一周期的冬卵度过了短短的滞育期,便陆续孵化,种群因此又重新出现。这个周期的雄体出现的时间很长,其数量自5月至7月逐渐增加,两性生殖的强度在7月最大。种群一直到8月上旬才消失。第二周期的冬卵经过较长的滞育期,到9月上旬孵化,第三周期也就从此开始。在10月上旬出现雄体,两性世代特别短,种群不久就消失。第四周期始自10月下旬,终于11月下旬,两性生殖在11月上、中旬进行。在最后这个周期内形成的冬卵,要经过很长的滞育期,一直到翌年的3月中旬方才孵化。四个周期及其间的滞育期长短都不相同,第一、三、四周期较短,各经一个月左右,而第二周期却长达三个月以上。至于滞育期,在春、秋两季的,也就是在第一与第二周期间以及第三与第四周期间的较短,在夏季的,即第二与第三周期间的较长,最长的是第四与第一周期间的冬季滞育期(图1)。

蚤状水蚤通常认为是多周期生殖的,只在寒冷的极北地区以及高山水域中才进行单周期生殖。我们过去研究太湖枝角类生活史时,发现蚤状水蚤终年存在,一年有两个周期,第一次两性生殖发生于5月,第二次在8、9月^[4]。上野益三也认为上海的蚤状水蚤是多周期的^[7]。可是,根据这次研究,我们判明蚤状水蚤在上海也进行单周期生殖,种群并不终年出现。冬卵在2月下旬开始孵化,随后通过孤雌生殖,种群逐渐扩大。两性生殖在4月进行,5月上旬以后,种群迅速缩小。只有极少个体延迟到10月上旬,方才相继

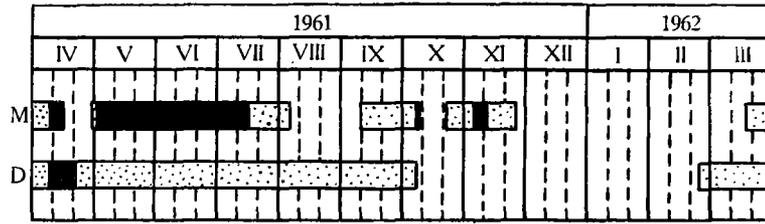


图1 两种淡水枝角类的生活史示意图

Fig. 1. Diagram to show the life cycle of two species of freshwater Cladocera.

D. 蚤状水蚤 (*Daphnia pulex*); M. 发头裸腹水蚤 (*Moina irrasa*);

□ 孤雌生殖世代 (Parthenogenetic generation);

■ 两性生殖世代 (Gamogenetic generation).

死亡(图1)。

上述两种枝角类在两性生殖时,雌体每胎都只产2个冬卵,但在孤雌生殖时,每胎的夏卵就相当多。根据2,227只发头裸腹水蚤怀卵雌体的查计,平均生殖量为10.35个,最小一个,最大可达50个(表1)。从生殖量分组的出现频次来看,生殖量与频次适成反比,生殖量愈小,频次愈大。生殖量为1—5个的这一组,频次最大,占总频次的31.61%,6—10个的一组次之,其频次占总频次的30.13%。生殖量在31个以上的各组,频次都很小,合计只占总频次的1.08%(表4)。可见绝大多数雌体的生殖量在1—10个之间,而只有少数雌体才超过30个。

蚤状水蚤的生殖量是相当大的,就1,235只怀卵雌体的查计结果而言,其生殖量最小4个,最大达82个,平均为24.03个(表5)。这三项记录显然都比过去学者所报导的要高^[2]。从表8又可以看出:生殖量在10个以下的雌体很少,只占总数的7.61%,生殖量为21—25个的最多,占28.42%,生殖量超过40个的也并不少,占9.96%。

蚤状水蚤的生殖量与发头裸腹水蚤的相比,大小悬殊。前一种比后一种平均生殖量大2.32倍,最小生殖量大4.00倍,最大生殖量大1.64倍。这种生殖量大小不同的情况在频次分配上也明显地反映了出来,蚤状水蚤众数组的生殖量为21—25,众数是23,近似于平均生殖量,因此频次接近于正态分布。但发头裸腹水蚤的众数组为1—5,众数是3,小于平均生殖量,频次分布呈偏斜性,频次堆聚在生殖量小的一端(表4,8)。也就是说,大多数蚤状水蚤的雌体,其生殖量接近于平均生殖量,而发头裸腹水蚤,大多在平均生殖量之下。

两种枝角类的生殖量虽然大小有所不同,但都随季节的转移以及本身生活史的发展而显示出具有一定规律性的消长现象。无论是蚤状水蚤或发头裸腹水蚤,每个周期都有一个生殖量高峰。在各个高峰之前,生殖量的增加比较急骤,但在高峰之后,生殖量的减少都比较迂缓。这种趋势在发头裸腹水蚤的第二周期中特别明显(图2)。如果仔细研阅图1、2,还可看出生殖量的消长与生殖方式有密切关系。高峰多形成于两性生殖之前或刚开始的时候,而生殖量的下降一般发生在两性生殖开始之后。这很可说明枝角类的两

表 1 1961 年 4 月至 1962 年 3 月发头裸腹水蚤生殖量、体长与回归系数的统计

Table 1. Calculation of egg or young number, body length and sample regression coefficient in *Moina irrasa* Brehm during the period from April 1961 to March 1962.

| 时 間 Date | | 观察标本数 No. of specimens examined | | 生 殖 量 Number of eggs or young per brood | | | | 体长(毫米) Body length (mm) | | 回归系数 (个/毫米) Regression coefficient (no./mm) | | 生活史 Life cycle | |
|-------------|------|------------------------------------|-----|--|-------|------------------|-------|----------------------------|------|---|-------|-------------------|------|
| | | | | 极 值 Range | | 平 均 值 Average | | | | | | | |
| 1961 | IV | 上旬 | 65 | 265 | 13—50 | 6—50 | 27.26 | 21.58 | 1.49 | 1.29 | 21.49 | 19.84 | 第一周期 |
| | | 中旬 | 189 | | 6—35 | | 19.96 | | 1.29 | | 17.34 | | |
| | V | 下旬 | 47 | 1812 | 2—12 | 1—37 | 5.13 | 9.05 | 1.26 | 1.21 | 6.61 | 19.56 | 第二周期 |
| | | 上旬 | 465 | | 5—37 | | 17.07 | | 1.36 | | 19.86 | | |
| | VI | 中旬 | 251 | 1812 | 1—18 | 1—37 | 9.07 | 9.05 | 1.21 | 1.21 | 6.96 | 19.56 | 第二周期 |
| | | 上旬 | 368 | | 2—16 | | 7.53 | | 1.17 | | 3.58 | | |
| | VII | 中旬 | 189 | 1812 | 1—10 | 1—37 | 5.01 | 9.05 | 1.20 | 1.21 | 2.09 | 19.56 | 第二周期 |
| | | 下旬 | 73 | | 2—26 | | 4.47 | | 1.08 | | 2.07 | | |
| | VIII | 上旬 | 269 | 1812 | 1—8 | 1—37 | 3.40 | 9.05 | 1.08 | 1.21 | 1.86 | 19.56 | 第二周期 |
| | | 中旬 | 137 | | 1—9 | | 4.96 | | 0.95 | | 5.40 | | |
| | IX | 下旬 | 13 | 1812 | 1—5 | 1—37 | 2.46 | 9.05 | 1.00 | 1.21 | -9.67 | 19.56 | 第二周期 |
| | | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | |
| X | 中旬 | | 113 | | 2—13 | | 7.16 | | 0.83 | | 8.80 | 第三周期 | |
| | 下旬 | | | | | | | | | | | | |
| XI | 上旬 | 14 | 113 | 5—9 | 2—13 | 6.79 | 7.16 | 0.80 | 0.83 | 4.56 | 8.80 | 第三周期 | |
| | 中旬 | 27 | | 7—11 | | 8.70 | | 0.84 | | 14.98 | | | |
| XII | 下旬 | 31 | 113 | 2—13 | 2—13 | 7.61 | 7.16 | 0.81 | 0.83 | 7.26 | 8.80 | 第三周期 | |
| | 上旬 | 41 | | 2—10 | | 5.93 | | 0.76 | | 5.00 | | | |
| XIII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | 22 | | 2—22 | | 6.05 | | 0.80 | | 33.07 | | | |
| XIV | 上旬 | 15 | 37 | 2—24 | 2—24 | 7.80 | 7.26 | 1.03 | 0.89 | 37.94 | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XV | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XVI | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XVII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XVIII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XIX | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XX | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXI | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXIII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXIV | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXV | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXVI | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXVII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXVIII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXIX | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXX | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXI | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXIII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXIV | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXV | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXVI | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXVII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXVIII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XXXIX | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XL | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLI | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLIII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLIV | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLV | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLVI | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLVII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLVIII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| XLIX | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| L | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LI | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LIII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LIV | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LV | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LVI | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LVII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LVIII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LVIX | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LX | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXI | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXIII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXIV | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXV | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXVI | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXVII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXVIII | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXIX | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXX | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 下旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXXI | 上旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 中旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXXII | 下旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | 0.89 | | 30.82 | 第四周期 | |
| | 上旬 | | | | | 0 | | | | | | | |
| LXXIII | 中旬 | | 37 | | 2—24 | | 7.26 | | | | | | |

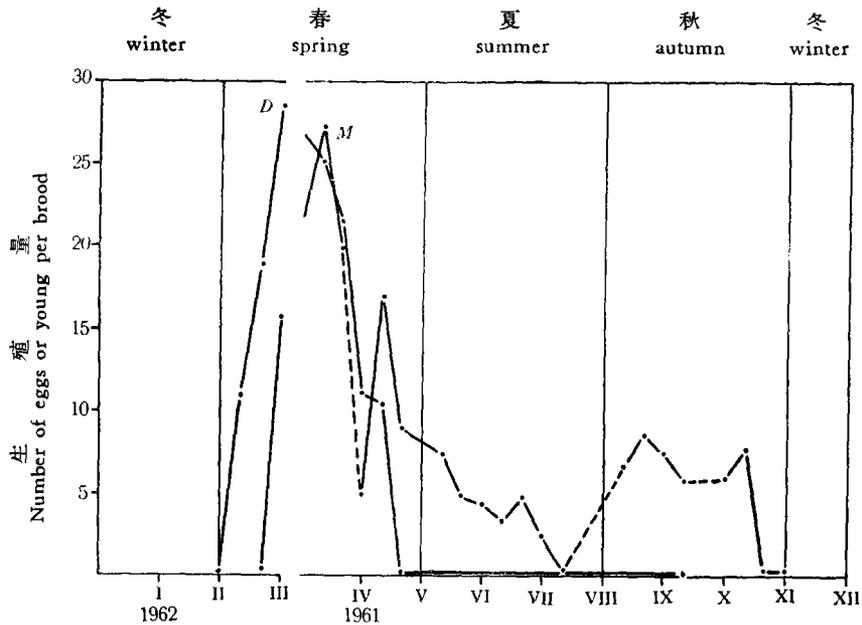


图2 两种淡水枝角类生殖量的季节变化

Fig. 2. Seasonal variations in the reproductive capacity of two species of freshwater Cladocera.

D. 蚤状水蚤 (*Daphnia pulex*); M. 发头裸腹水蚤 (*Moina irrasa*).

性生殖是在环境恶化时进行的,同时也可说明生殖量的大小与环境因子密切相关。

每个周期既然出现一个生殖量高峯,而蚤状水蚤一年只有一个周期,发头裸腹水蚤一年则有四个周期,因此,一年内前者只出现一个高峯,而后者却出现四个高峯。蚤状水蚤的那个高峯,也就是全年的最高峯,形成于3月下旬,平均生殖量达到28.57个。发头裸腹水蚤的四个高峯,自第一至第四周期,渐次下降。第一个高峯为全年的最高峯,在4月上旬出现,平均生殖量达27.26个。第二个高峯为全年的次高峯,在5月上旬形成,平均生殖量为17.07个。第三与第四个高峯都较小,出现于9月中旬与11月上旬,平均生殖量依次为8.70个、7.80个(表1、5)。总之,两种枝角类的生殖量就全年的变化而言,以春季为最大,但从5月中旬开始,就剧烈下降。到夏季,生殖量最小;特别是蚤状水蚤,其雌体全部因未成熟而不怀卵。秋季,蚤状水蚤的生殖量仍然很低,但发头裸腹水蚤的却略有提高(表1、5,图2)。

再就发头裸腹水蚤各个周期的平均生殖量而言,自第一至第三周期,渐次减少,第一周期的平均生殖量最大,为21.58个,至第二周期,剧降为9.05个,第三周期的最小,只有7.16个。但在第四周期,平均生殖量稍稍增加,为7.26个(表1)。

上述生殖量全年的、整个周期的以及各个周期的三种变化趋势也同样表现在生殖量分组出现频次的季节分布上。就一般而论,生殖量大时,频次离散,生殖量大的频次较多,众数组趋向生殖量大的一端;反之,生殖量小时,频次堆聚,生殖量小的频次较多,众数组趋向生殖量小的一端(表2、6)。

过去已经有不少学者指出过:枝角类的生殖量与其个体大小成正比^[2,12]。因此,我们

表 2 1961 年 4 月至 1962 年 3 月发头裸腹水蚤生殖量频次的季节分布
 Table 2. Seasonal distribution of frequency of number of eggs or young per brood
 in *Moina irrasa* Brehm during the period from April 1961 to March 1962.

| 組 距 Class interval | | | 1—5 | 6—10 | 11—15 | 16—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | | |
|-----------------------|------|------------------------|-----------------------|----------------|---------------|----------|----------|----------|---------|-------|-------|-------|--|--|
| 頻 次 Frequency | 1961 | IV 上旬 中旬 下旬 | 28 | 11 18 | 3 35 1 | 5 63 | 16 42 | 32 28 | 3 10 | | 4 | 2 | | |
| | | V 上旬 中旬 | 4 74 | 45 134 | 134 37 | 170 6 | 78 | 29 | 4 | 1 | | | | |
| | | VI 上旬 中旬 下旬 | 43 109 58 | 210 80 9 | 111 4 1 | | | | 1 | | | | | |
| | | VII 上旬 中旬 下旬 | 238 81 13 | 31 56 | | | | | | | | | | |
| | | VIII 上旬 中旬 下旬 | | | | | | | | | | | | |
| | | IX 上旬 中旬 下旬 | 1 9 | 13 26 15 | 1 7 | | | | | | | | | |
| | | X 上旬 中旬 下旬 | 18 18 | 23 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | |
| | | XI 上旬 中旬 下旬 | 10 | | 1 | 2 | 2 | | | | | | | |
| | | XII 上旬 中旬 下旬 | | | | | | | | | | | | |
| | | 1962 | I 上旬 中旬 下旬 | | | | | | | | | | | |
| | | | II 下旬 | | | | | | | | | | | |
| | | | III 上旬 中旬 下旬 | | | 3 | 8 | | | | | | | |

进一步按雌体体长的不同,分组统计其生殖量。统计结果,分别列于表 3 和表 7 内。从这两个表的数据上,可以清楚地看出:除观察的雌体太少的几组外,其余各体长组的生殖量变化趋势几乎完全和上述总趋势相同。

我們所研究的两种枝角类的生殖量也显然和其个体大小成正比。首先从表 3、7 中可

表 3 1961 年 4 月至 1962 年 3 月发头裸腹水蚤各体長組的平均生殖量
 Table 3. The average number of eggs or young per brood in different body range of *Moina irrasa* Brehm during the period from April 1961 to March 1962.

| 組 距 (毫 米) | | | 0.61 | 0.71 | 0.81 | 0.91 | 1.01 | 1.11 | 1.21 | 1.31 | 1.41 | 1.51 | 1.61 | 1.71 | |
|--|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Class interval (mm) | | | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.50 | 1.60 | 1.70 | 1.80 | |
| 平 均 生 殖 量 Average number of eggs or young per brood | 1961 | IV | 上旬 | | | | 25.00 | 24.83 | 26.35 | 28.63 | 41.00 | 33.33 | 46.00 | | |
| | | | 中旬 | | | | 14.00 | 16.86 | 17.93 | 23.92 | 23.85 | 20.75 | | | |
| | | | 下旬 | | | | | | 3.25 | 5.07 | 4.77 | 5.91 | 4.50 | 8.00 | |
| | | V | 上旬 | | | | | 11.75 | 13.64 | 15.07 | 16.06 | 18.76 | 22.55 | 22.70 | 25.50 |
| | | | 中旬 | | | 8.00 | 8.50 | 7.62 | 8.71 | 10.55 | 9.76 | 13.00 | 10.04 | 6.60 | |
| | | VI | 上旬 | | 8.00 | 7.12 | 7.69 | 7.18 | 6.48 | 7.46 | 6.87 | 8.10 | | | |
| | | | 中旬 | | | | 6.00 | 4.73 | 6.11 | 5.21 | 5.07 | 5.00 | | | |
| | | | 下旬 | | 2.00 | 3.14 | 3.89 | 4.80 | 4.95 | | 5.00 | 2.50 | | | |
| | | VII | 上旬 | | | 3.07 | 3.10 | 3.19 | 3.94 | 3.83 | 3.79 | | | | |
| | | | 中旬 | | 4.00 | 4.26 | 5.10 | 5.53 | | | | | | | |
| | | | 下旬 | | 5.00 | | 2.80 | 2.00 | 1.00 | | | | | | |
| | | VIII | 上旬 | | | | | | | | | | | | |
| 中旬 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 下旬 | | | | | | | | | | | | | | | |
| IX | 上旬 | 6.00 | 6.67 | 6.50 | | 8.00 | | | | | | | | | |
| | 中旬 | | 8.25 | 8.75 | 10.67 | 11.00 | | | | | | | | | |
| | 下旬 | 6.27 | 5.17 | 7.00 | 9.00 | 10.50 | | | | | | | | | |
| X | 上旬 | | 5.50 | 5.88 | 6.38 | 7.00 | | | | | | | | | |
| | 中旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 下旬 | 2.20 | 2.50 | 2.00 | 3.90 | 13.00 | 10.00 | 21.00 | | | | | | | |
| XI | 上旬 | | | | 5.00 | 15.00 | 15.00 | 22.00 | | 24.00 | | | | | |
| | 中旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 下旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| XII | 上旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 中旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 下旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1962 | I | 上旬 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 中旬 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 下旬 | | | | | | | | | | | | | |
| II | 下旬 | | | | | | | | | | | | | | |
| | III | 上旬 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 中旬 | | | | | | | | | | | | | |
| 下旬 | | | | | | | | 14.00 | 15.00 | 16.00 | 16.50 | 16.00 | 17.00 | | |
| 总 平 均 Total average | | | 4.41 | 4.82 | 4.44 | 4.64 | 5.78 | 9.36 | 11.62 | 13.84 | 20.66 | 19.33 | 20.48 | 21.14 | |

表 4 发头裸腹水蚤生殖量与体长的频次分配

Table 4. Frequency distribution of number of eggs or young per brood and body length in *Moina irrasa* Brehm.

| 生殖量 Egg or young number 体长 (毫米) Body length (mm) | 1—5 | 6—10 | 11—15 | 16—20 | 21—25 | 26—30 | 31—35 | 36—40 | 41—45 | 46—50 | 总 計 Total |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | 0.61—0.70 | 14 | 8 | | | | | | | | |
| 0.71—0.80 | 19 | 27 | | | | | | | | | 46(2.07%) |
| 0.81—0.90 | 93 | 52 | | | | | | | | | 145(6.51%) |
| 0.91—1.00 | 149 | 77 | 6 | 1 | | | | | | | 233(10.46%) |
| 1.01—1.10 | 112 | 66 | 17 | 5 | 1 | | | | | | 201(9.03%) |
| 1.11—1.20 | 153 | 185 | 95 | 40 | 13 | 19 | 3 | | | | 508(22.81%) |
| 1.21—1.30 | 93 | 130 | 144 | 82 | 29 | 14 | 4 | 1 | | | 497(22.32%) |
| 1.31—1.40 | 50 | 64 | 40 | 65 | 26 | 18 | 4 | | 2 | | 269(12.08%) |
| 1.41—1.50 | 16 | 43 | 22 | 35 | 24 | 14 | 4 | | 1 | 1 | 160(7.18%) |
| 1.51—1.60 | 3 | 14 | 13 | 20 | 27 | 16 | 2 | | 1 | | 96(4.31%) |
| 1.61—1.70 | 2 | 5 | 2 | 10 | 14 | 9 | | | | 1 | 43(1.93%) |
| 1.71—1.80 | | | | 2 | 5 | | | | | | 7(0.31%) |
| 总 計 Total | 704 (31.61 %) | 671 (30.13 %) | 339 (15.22 %) | 260 (11.68 %) | 139 (6.24 %) | 90 (4.04 %) | 17 (0.76 %) | 1 (0.05 %) | 4 (0.18 %) | 2 (0.09 %) | 2227 (100.00%) |

表 5 1961年4月至1962年3月蚤状水蚤生殖量、体长与回归系数的统计

Table 5. Calculation of egg or young number, body length and sample regression coefficient in *Daphnia pulex* (De Geer) during the period from April 1961 to March 1962.

| 时 間 Date | | 观察标本数 No. of speci- mens examined | 生 殖 量 Number of eggs or young per brood | | 体长(毫米) Body length (mm) | 回归系数 (个/毫米) Regression coefficient (no./mm) |
|--------------|---------|---|---|------------------|-------------------------------|---|
| | | | 极 值 Range | 平 均 值 Average | | |
| 1961 | 上 旬 | 614 | 4—82 | 25.48 | 2.13 | 26.30 |
| | IV 中 旬 | 296 | 5—53 | 21.46 | 1.96 | 19.07 |
| | 下 旬 | 35 | 7—16 | 11.31 | 1.77 | 18.95 |
| 1962 | V 上 旬 | 48 | 4—18 | 10.44 | 1.90 | 13.04 |
| | 中 旬 | | | 0 | | |
| | II 下 旬 | | | 0 | | |
| | III 上 旬 | 3 | 10—13 | 11.00 | 1.56 | 10.00 |
| | 中 旬 | 8 | 12—27 | 18.88 | 1.88 | 15.49 |
| | 下 旬 | 231 | 11—71 | 28.57 | 2.13 | 43.02 |
| 总 計 Total | | 1235 | 4—82 | 24.03 | 2.02 | 20.84 |

表 6 1961 年 4 月至 1962 年 3 月蚤状水蚤生殖量频次的季节分布

Table 6. Seasonal distribution of frequency of number of eggs or young per brood in *Daphnia pulex* (De Geer) during the period from April 1961 to March 1962.

| 組 距 Class interval | | | 1 5 | 6 10 | 11 15 | 16 20 | 21 25 | 26 30 | 31 35 | 36 40 | 41 45 | 46 50 | 51 55 | 56 60 | 61 65 | 66 70 | 71 75 | 76 80 | 81 85 | |
|-----------------------|------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| 頻 次 Frequency | 1961 | IV 上旬 | 2 | 27 | 66 | 137 | 182 | 71 | 26 | 19 | 28 | 20 | 13 | 12 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| | | IV 中旬 | 3 | 20 | 35 | 84 | 75 | 45 | 24 | | 6 | 2 | 1 | 1 | | | | | | |
| | | IV 下旬 | | 15 | 19 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1962 | V 上旬 | 4 | 21 | 20 | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | III 上旬 | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | III 中旬 | | | 2 | 4 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | III 下旬 | | | 6 | 30 | 93 | 38 | 13 | 16 | 11 | 13 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | |

以看出。体小的成熟雌蚤,其生殖量也较小;反之,体大的成熟雌体,其生殖量也较大。其次,从频次分配上还可以看出: 身体愈长,生殖量大的雌体愈多;反之,身体愈短,生殖量大的雌体愈少(表 4、8)。最后,更值得提出的是: 平均体长的季节变化几乎完全与平均生殖量的变化相对应。体长增加时,生殖量也变大;反之,体长递减时,生殖量也变小。生殖量高峯与体长高峯同时出现。发头裸腹水蚤各个周期的平均体长也与生殖量一样,自第一周期至第三周期渐次减小,到第四周期,则略有增加(表 1、5)。

过去已经有不少学者根据实验室内的培养研究,指出枝角类到了老年,生殖量与个体大小的正比关系就不再存在。这与我们的研究结果不同。这种不同 Green (1956)^[12] 也曾经发现过,他推测枝角类在野外天然水域中,可能没有达到衰老期就死亡了,因此,在自然种群中生殖量与个体大小总是成正比的。

枝角类的生殖量既然与体长成正比,而体长一般又随龄数而增加^[2,12],由此可知生殖量并不与体长相关 (Correlation), 而是生殖量在体长上的回归 (Regression)。生殖量的回归系数也就意味着生殖量以每毫米体长平均若干个夏卵而增加。因此,回归系数大时,生殖量必增;反之,回归系数小时,生殖量必减。根据统计的结果来看,两种枝角类的回归系数与生殖量本身的变化趋势的确颇相符合(表 1、5)。但值得解释的是: 少数几个回归系数似乎太大,有的回归系数又甚至于成为负数,这可能由于频次过分离散,而观察的雌蚤又不够多的缘故。

三、討 論

枝角类的生殖量受多种内外因子的复杂影响,本文的研究结果是根据对自然种群抽样统计而获得的,与室内的试验研究不同,因此,下面仅就外界因子来加以阐述。

在池塘湖泊等各种水域中,枝角类生殖量的变化与多种外界环境条件关系密切。当某些条件完全不具备时,枝角类根本就不能生殖。但当多数条件具备而只有一、二种条件不够充分时,这一、二种条件往往成了生殖量的主要限制因子;这种主要限制因子可因地因时而不同。根据我们过去的研究,在太湖,食物等外界条件完全具备时,生殖量的主要

表 7 1961 年 4 月至 1962 年 3 月 蚤状水蚤各体长组的平均生殖量
 Table 7. The average number of eggs or young per brood in different body range of
Daphnia pulex (De Geer) during the period from April 1961 to March 1962.

| 组距 (毫米) Class interval (mm) | 1.01 | 1.11 | 1.21 | 1.31 | 1.41 | 1.51 | 1.61 | 1.71 | 1.81 | 1.91 | 2.01 | 2.11 | 2.21 | 2.31 | 2.41 | 2.51 | 2.61 | 2.71 | 2.81 | 2.91 |
|--------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.50 | 1.60 | 1.70 | 1.80 | 1.90 | 2.00 | 2.10 | 2.20 | 2.30 | 2.40 | 2.50 | 2.60 | 2.70 | 2.80 | 2.90 |
| 平均 生殖 量 per brood | 13.00 | | 15.00 | 38.00 | 10.75 | 12.94 | 13.00 | 17.36 | 20.50 | 22.24 | 24.59 | 28.23 | 32.88 | 42.06 | 47.18 | 50.20 | 48.00 | 71.00 | 78.00 | 20.00 |
| | | | | | | 11.00 | 8.11 | 11.35 | 17.04 | 18.34 | 20.73 | 20.87 | 25.20 | 25.61 | 25.25 | 28.07 | 34.17 | 34.67 | | 34.00 |
| | | | | | | | 9.67 | 10.50 | 13.46 | | | | | | | | | | | |
| 平均 生殖 量 per brood | | | | | | | 6.00 | 7.67 | 11.33 | 13.25 | 10.80 | 18.00 | 8.00 | | 16.00 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 平均 生殖 量 per brood | | | | | 10.00 | 13.00 | 10.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 12.00 | | 18.00 | 18.00 | 19.33 | | 27.00 | | | | | | | | |
| | | | | | | | 13.56 | 18.67 | 21.19 | 22.63 | 27.26 | 34.79 | 41.91 | 37.18 | 48.73 | 40.67 | 48.50 | 63.00 | 70.00 | |
| 总 平 均 Total average | 13.00 | | 15.00 | 38.00 | 10.60 | 12.80 | 11.54 | 15.75 | 18.65 | 21.13 | 24.15 | 27.98 | 33.85 | 36.72 | 41.06 | 34.55 | 42.36 | 54.28 | 72.66 | 27.00 |

表 8 蚤状水蚤生殖量与体长的频次分配
 Table 8. Frequency distribution of number of eggs or young per brood and body length in *Daphnia pulex* (De Geer).

| 生殖量 Egg or young number | 1-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 | 31-35 | 36-40 | 41-45 | 46-50 | 51-55 | 56-60 | 61-65 | 66-70 | 71-75 | 76-80 | 81-85 | 总 计 Total |
|-------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| 1.01-1.10 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1(0.08%) |
| 1.11-1.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1(0.08%) |
| 1.21-1.30 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2(0.16%) |
| 1.31-1.40 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 5(0.40%) |
| 1.41-1.50 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 20(1.62%) |
| 1.51-1.60 | | | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | 57(4.62%) |
| 1.61-1.70 | 3 | 26 | 18 | 9 | | | | | | | | | | | | | | 143(11.58%) |
| 1.71-1.80 | 6 | 21 | 31 | 61 | 22 | 2 | | | | | | | | | | | | 192(15.55%) |
| 1.81-1.90 | | 14 | 41 | 57 | 74 | 6 | | | | | | | | | | | | 252(20.40%) |
| 1.91-2.00 | | 6 | 26 | 64 | 123 | 30 | 1 | | 1 | | | | | | | | | 204(16.52%) |
| 2.01-2.10 | | 5 | 13 | 33 | 78 | 52 | 11 | 5 | 5 | 2 | | | | | | | | 92(7.45%) |
| 2.11-2.20 | | 4 | 3 | 11 | 24 | 18 | 16 | 8 | 5 | 2 | | | | | | | 1 | 74(5.99%) |
| 2.21-2.30 | | 1 | 1 | 7 | 11 | 15 | 10 | 6 | 7 | 10 | | | | | | | | 81(6.56%) |
| 2.31-2.40 | | | | 6 | 9 | 14 | 6 | 12 | 13 | 13 | | | | | | | | 31(2.51%) |
| 2.41-2.50 | | | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 5 | 3 | | 2 | | | | | 40(3.24%) |
| 2.51-2.60 | | | | 2 | 2 | 13 | 9 | 3 | 4 | 2 | 2 | | 1 | 1 | | | | 28(2.27%) |
| 2.61-2.70 | | | | 2 | 2 | 2 | 7 | 4 | 2 | 3 | 2 | | 2 | 2 | | | | 7(0.57%) |
| 2.71-2.80 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | 3(0.24%) |
| 2.81-2.90 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 2(0.16%) |
| 2.91-3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 計 总 | 9 | 85 | 149 | 259 | 351 | 155 | 63 | 41 | 41 | 34 | 20 | 13 | 7 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1235 |
| Total | (0.73%) | (6.88%) | (12.07%) | (20.97%) | (28.42%) | (12.55%) | (5.10%) | (3.32%) | (3.32%) | (2.75%) | (1.62%) | (1.05%) | (0.57%) | (0.16%) | (0.25%) | (0.16%) | (0.08%) | (100.00%) |

限制因子可能就只是水温^[5]。但从这次的研究结果来看,除水温外,食物对生殖量的增减似乎也起了非常重要的作用。

过去已经有不少学者认为枝角类在适温范围内,其生殖量随温度增高而减少^[13,17]。就我们的研究结果而言,生殖量全年的最高峰出现在3月下旬或4月上旬,而这时我们的研究点A、B两池的水温在14.4—15.5°C之间,恰好接近于适温的下限^[9]。同时,在3、4月间,上海地区的池塘中,浮游植物的数量往往达到全年的最高峰,池水中常可镜检到大量可以作为枝角类食物的硅藻与绿藻。此外,通过冬季的积聚,也可作为枝角类食物的酵母菌、细菌以及有机碎屑等,可能在3、4月间也很多。适宜的水温与丰盛的食物,使两种枝角类的生殖量在春季最大。后来水温逐渐上升,到6月中旬以后,已达25°C以上,超过了最适温度的上限^[9]。食物也由于枝角类种群密度的不断增加而被大量消耗。此外,池内水浮莲的生长,无疑地大大限制了浮游植物的繁殖。这样,枝角类的食物也就更加贫乏了。因此,夏季生殖量最低。秋季水温下降,9月中旬以后,两池的水温都在25°C以下。同时,在10月上旬,蚤状水蚤已进入滞育期,种群完全消失。发头裸腹水蚤可能由于水温的下降以及因食物竞争者的死亡而较易获得食物的缘故,其生殖量就稍有增加。

至于发头裸腹水蚤整个周期的生殖量变化,看来似乎受食物的影响特别大,尤其是第一、三、四周期。水温在同一周期的前后期变化不大,而生殖量的变化却很明显,支配这种变化的主要外界因子,可能就是食物。在前一个周期内,由于种群密度的不断增加,池内的食物随之而逐渐消耗,后来通过滞育期,食物有了一定的积聚,到下一个周期,生殖量因而渐增。这种生殖量波浪式的变化,或许是由于受食物的消耗与积聚交替影响的缘故。

在各个周期内,生殖量的开始下降往往伴随枝角类雄体的出现,生殖量的下降与雄体的出现之间究竟存在什么内在联系,目前虽不清楚,但影响二者的外界因子显然相同。关于雄体的出现过去已经有过不少研究,一部分学者认为食物的贫乏会导致雄体的产生^[13,17,18]。但根据 Dehn (1955)^[10] 的研究,断定支配枝角类雌雄性比的不仅是食物的量,更重要的是食物的质。因此,我们推测影响生殖量的也可能不仅是食物量的消长,同时还包括食物质的改变。这种质的改变,一方面由于枝角类所摄取的食物种类前后不同的缘故,另一方面也可能因同一种食物本身的化合物含量发生季节变动所致。

生殖量既然受水温以及食物量和质的影响,但这些外界因子在各个地区是不完全相同的。上海处于中纬地带,滨临东海,同时A、B两池又比较避风,冬季两池的水温并不很低,在上海最冷的1月内,两池的水温仍然保持在4—5°C之间。接近于适温下限的水温以及随之而发生的对生殖量的增加有利的条件来临较早,因此生殖量在春季最大。至于生殖量夏季最小,秋季略有增加,如上所述,也都与外界因子密切相关。特别值得提出的是:秋季生殖量的增加,我们在太湖枝角类中也曾见到过^[5],可能这是长江下游各地浅水水域中极为普遍的现象。但我们所得的结果,其普遍性究竟怎样,也还值得作进一步的研究。

四、结 语

1. 发头裸腹水蚤一年有四个周期,而蚤状水蚤在上海一年可能只有一个周期。
2. 发头裸腹水蚤孤雌生殖雌体的生殖量为1—50个,平均10.35个;蚤状水蚤的生殖

量为 4—82 个, 平均 24.03 个。

3. 两种枝角类在冬季种群都不存在。生殖量在春季最大, 夏季最小; 在秋季, 发头裸腹水蚤的生殖量略有增加。

4. 每个周期都有一个生殖量高峰。蚤状水蚤一年只有一个高峰, 出现于 3 月下旬, 平均生殖量达 28.57 个。发头裸腹水蚤一年有四个高峰, 这四个高峰自第一至第四周期, 依次下降, 其中第一个为全年最高峰, 形成于 4 月上旬, 平均生殖量达 27.26 个。第二个为次高峰, 在 5 月上旬出现, 平均生殖量为 17.07 个。

5. 发头裸腹水蚤各周期的平均生殖量, 自第一周期至第三周期, 渐次减少, 第四周期时, 则略有增加。

6. 生殖量的变化与频次分布、体长变化或回归系数的变动几乎完全相符。

7. 影响生殖量季节变化的主要外界因子除水温外, 还有食物; 食物不仅在量的方面, 也同时在质的方面影响生殖量。

参 考 文 献

- [1] 宋大祥, 1962. 大型蚤 (*Daphnia magna* Straus) 的初步培养研究. 动物学报 **14**(1): 49—62.
- [2] 郑 重, 1951. 淡水水蚤 *Daphnia pulex* (De Geer) 生殖量的研究. 中国水生生物学汇报 **2**: 1—10.
- [3] 郑 重, 1953. 温度对于淡水枝角水蚤 (*Daphnia pulex*) 生殖的影响. 厦门大学学报 **2**: 29—36.
- [4] 堵南山、赖 伟, 1959. 太湖枝角类生殖周期的观察. 水生生物学集刊 **3**: 305—314.
- [5] 堵南山、赖 伟、邓雪怀, 1964. 太湖枝角类季节变化的初步研究. 海洋与湖沼 **6**(1): 193—204.
- [6] 蒋燮治, 1963. 中国淡水枝角类新种和新纪录的记要. 动物学报 **15**(2): 255—262.
- [7] 上野益三, 1944. 江南陆水の枝角类. 上海自然科学研究所汇报(日文) **14**(5): 399—418.
- [8] Berg, K., 1929. A faunistic and biological study of Danish Cladocera. *Vid. Medd. fra Dansk. Naturh. For.* **88**: 31—111.
- [9] Brehm, V., 1937. Zwei neue *Moina*-Formen aus Nevada, USA. *Zool. Anz.* **117**(3/4): 91—96.
- [10] Dehn, M., 1955. Die Geschlechtsbestimmung der Daphniden. Die Bedeutung der Fettstoffe untersucht an *Moina rectirostris* L. *Zool. Jahrb. Abt. allg. Zool. u. Physiol.* **65**(3): 334—356.
- [11] Frank, P. W., Boll, C. D. & R. W. Kelly, 1957. Vital statistics of laboratory cultures of *Daphnia pulex* (De Geer) as related to density. *Physiol. Zool.* **30**(4): 287—305.
- [12] Green, J., 1956. Growth, size and reproduction in *Daphnia*. *Proc. Zool. Soc. London.* **126**: 173—204.
- [13] Ingle, L., Wood, T. R. & A. M. Banta, 1937. A study on the longevity, growth, reproduction and heart rate in *Daphnia longispina* as influenced by limitations in quantity of food. *J. exp. Zool.* **76**: 325—352.
- [14] Lilljeborg, W., 1900. Cladocera Sueciae. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsala*, Ser. III, **19**: 1—701.
- [15] Marshall, J. S., 1962. The effects of continuous gamma radiation on the intrinsic rate of natural increase of *Daphnia pulex*. *Ecology* **43**(4): 598—607.
- [16] Smith, F. E., 1963. Population dynamics in *Daphnia magna* and a new model for population growth. *Ecology* **44**(4): 651—663.
- [17] Stuart, C. A. & A. M. Banta, 1931. Available bacteria and the sex ratio in *Moina*. *Physiol. Zool.* **4**(1): 72—86.
- [18] Stuart, C. A. & H. J. Cooper, 1932. Food as a sex-determining factor in *Moina macrocopa*. *Ibid.* **5**(1): 70—91.
- [19] Tausen, A., 1930. Die Wirkung der auusseren Bedingungen auf die Veraenderung des Geschlechts und auf die Entwicklung von *Daphnia pulex* (De Geer). *Arch. f. Entmech. d. Org.* **123**: 80—131.

SEASONAL VARIATIONS IN THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF TWO SPECIES OF FRESH-WATER CLADOCERA

DU NAN-SHAN, LAI WEI AND DENG XUE-HUAI

(Department of Biology, Hwating Pedagogical University, Shanghai)

ABSTRACT

An investigation on the seasonal variations in the reproductive capacity of freshwater Cladocera was made and samples of *Moina irrasa* Brehm and *Daphnia pulex* (De Geer) were collected at random from two ponds near our laboratory between April 1961 and March 1962. The length of each adult parthenogenetic female was measured. Either the eggs or the developing young were dissected from the brood pouch and were counted. The results obtained from the statistical analyses of the number of eggs or young per brood, the body length and sample regression coefficient are summarized as follows.

1. The reproductive capacity of parthenogenetic female of *Moina irrasa* ranges from 1 to 50 eggs or young per brood, with an average of 10.35.

2. The reproductive capacity of *Daphnia pulex* observed in the present study ranges from 4 to 82, averaging at 24.03. This number is larger than that reported by other investigators.

3. There is a marked seasonal variation in the reproductive capacity of *Moina*, with two peaks in spring and two in autumn, the former being greater than the latter. Its minimum occurs in summer.

4. Seasonal variations in the reproductive capacity of *Daphnia* show only one peak which occurs in spring. The animals die off early in mid-autumn.

5. The reproductive capacity depends upon the size of the female. There is a general tendency of increase in number of eggs or young per brood with the increase in size of the female.

6. Seasonal variations of the reproductive capacity seem to be controlled mostly by available food and water temperature.