

# 淡水枝角类的生殖

鄭 重

(廈門大學生物學系)

淡水枝角類是一類富有經濟意義的小型浮游甲殼動物，它是淡水養殖魚類（鯉、鯽、鱮、鯪等）魚苗的重要餌料。因此，它們的產量可以直接影響這些經濟魚類的生長繁殖，而影響它們產量的主要因素是生殖量和生殖率。如果生殖量高，生殖率快，產量必然增高，這是很明顯的。所以研究枝角類的生殖對漁業增產具有實踐意義。過去著者（1951, 1953）<sup>[1,2]</sup>曾對美女濉（*Daphnia pulex*）的生殖量和生殖率做過試驗性研究。茲將著者和其他學者在研究淡水枝角類生殖方面所得結果作一綜合性的扼要敘述，以供水產工作者從事這類低等甲殼動物研究的參考。

## 生殖方式

枝角類的生殖方式包括單性生殖或稱孤雌

生殖（parthenogenetic reproduction）和兩性生殖（sexual reproduction）兩種：前者所產的卵一般很多，卵壁很薄，不需要受精即能發育，故稱為非需精卵或夏卵（summer egg）（圖 1, A）。後者所產的卵一般很少（1—2 個），需要受精才能發育，故稱為需精卵或冬卵（winter egg）（圖 1, E）。由於這種卵需要經過一段休眠時期後才能發育，故又稱為休眠卵（resting egg）。這種卵的特點是具有堅硬的卵壁或外殼，因此，可以抵抗惡劣環境（高溫、冰凍、干涸等）。這個外殼——稱為卵鞍（ephippium）（圖 1, E）系由育室（brood chamber）部分的背甲硬化改變而成，隨著蛻皮而脫離母體。一般淡水枝角類都具卵鞍，不過僅濉科（Daphniidae）才有真正的卵鞍，那卵鞍的形狀隨種而異，這可從圖 1 中看出來。一般海洋枝角類如僧帽濉（*Eudana*），大眼濉（*Podon*）等則沒有卵鞍。在這種情況之下，冬卵具有堅硬的卵壁。

枝角類的生殖方式受著外界環境的影響很大。在良好環境（溫度適宜，食料豐富等）之下，系用單性生殖方式繁殖。因此，單性生殖雌蚤常在春、夏、秋三季大量出現。由於產卵多，生殖快，這種雌蚤在淡水浮游動物中常占優勢，成為幼魚的主要攝食對象之一。反之，在不良環境（溫度很低，食料貧乏等）之下，則改用兩性生殖方式進行。那時出現了平時罕見的雄蚤。這個現象已由不少學者加以實驗證明。例如，據 Smith（1915）<sup>[3]</sup>的研究結果，在較低溫度下產生兩性生殖雌蚤和雄蚤，在較高溫

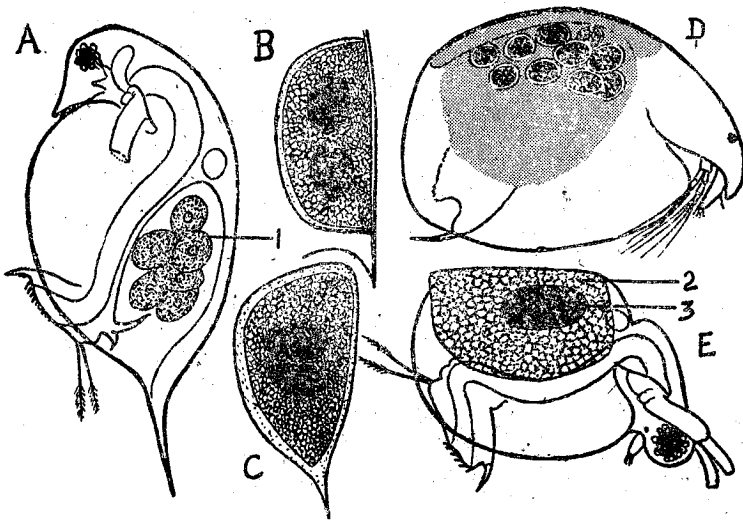


圖 1 淡水枝角類的單性生殖和兩性生殖雌濉。

- A. 美女濉（*Daphnia pulex*）的單性生殖雌濉；B. 美女濉的卵鞍；  
C. 大型濉（*Daphnia magna*）的卵鞍；D. 瓣真尾濉（*Eurycercus lamellatus*）的兩性生殖雌濉；E. 網紋濉（*Ceriodaphnia reticulata*）的兩性生殖雌濉：1. 夏卵；2. 卵鞍；3. 冬卵。

度下则产生单性生殖雌蚤。除温度外，食料也是影响生殖方式的一个重要因素。如食料丰富，系用单性生殖方式进行。反之，如食料贫乏，则改用两性生殖方式进行(Kerherve, 1892)<sup>[4]</sup>。所以枝角类的生殖方式是和外界环境分不开的。从这里，也可以看到枝角类适应环境的一个例子。如果环境恶化，它便进行两性生殖，产生具有坚硬卵壁或卵鞍保护的冬卵。这样，它就能够渡过恶劣环境而免于死亡。

### 性成熟\*

据著者(1951)<sup>[1]</sup>的观察，美女蚤一般在第 4 龄达到性成熟。那时在肠子的两侧出现了一条狭长的卵巢。至第 5 龄(称为第 1 成龄)才开始产卵——把卵排到育室中(图 1, A)。那性成熟的龄期随温度而异：养在较高温度下的头巾蚤(*Daphnia cucullata*)在第 4 龄达到性成熟，而养在较低温度下的雌蚤则须在第 5 龄或第 6 龄才达到性成熟(Wagler, 1923)<sup>[5]</sup>。

枝角类的性成熟，和其他动物一样，可以推迟，也可以提早。这受温度的影响很大。例如，著者(1953)<sup>[2]</sup>发现养在高温度(25°C)的美女蚤要比养在低温度(7°C)的平均早成熟 13 天(表 1)。McClendon(1910)<sup>[6]</sup>和 Brown(1929)<sup>[7]</sup>研究其他蚤属(*Daphnia*)的生殖，也发现增高温度可以提早性成熟(表 1)。这是因为增高温度可以加速新陈代谢率。这样，也就加速了生殖腺的成熟。

表 1 温度对蚤(*Daphnia*)性成熟的影响

种 名	温 度 (°C)	自誕生至性成熟所需日数	研 究 者
美女蚤 ( <i>D. pulex</i> )	4—10	35	McClendon (1910) <sup>[6]</sup>
	19—21	14	
	29—31	6	
美女蚤 ( <i>D. pulex</i> )	7	18.4	郑重(1953) <sup>[2]</sup>
	18	7.8	
	25	5.4	
长棘蚤 ( <i>D. longispina</i> )	13	11.9	Brown(1929) <sup>[7]</sup>
	20	7.8	
	25	5.8	

## 生殖量

### (一) 单性生殖雌蚤的生殖量\*\*

1. 各种淡水枝角类的生殖量：关于淡水枝角类的生殖量，Lilljeborg(1900)<sup>[8]</sup>和 Berg(1931)<sup>[9]</sup>等都曾作过观察。表 2 和表 3 列举比较常见种类的最高生殖量。从这二个表中可以看出各种枝角类的生殖量相差悬殊：最多的每胎可产 100 多个卵(如大型溞 *Daphnia magna*)，最少的每胎只产 2 个卵(如圆型迴腸溞 *Chydorus sphaericus*)。这和种的大小有关。一般而论，种愈大，生殖量愈高。这个现象在溞属较为显著(表 3)。例如，大型溞的最大体长比小櫛溞(*Daphnia cristata*)大三倍多。前者的最高生殖量比后者约大 20 倍。这在其他枝角类也有同样现象(表 2)。例如冰真尾溞(*Eurycercus glacialis*)的最大体长可达 6.0 毫米，每胎的最高产卵量为 40。而体积很小的镰角锐额溞(*Alonella excisa*) (最大体长仅达 0.44 毫米)则每胎最多只能产二个卵。可是著者在海洋枝角类的大眼溞属(*Podon*) (郑重, 1947)<sup>[10]</sup>和海洋端足类的海洋蚤属(*Marinogam-*

表 2 淡水枝角类†的最大體長和最高生殖量 (Lilljeborg, 1900)

种 名	最大体长 (毫米)	最高生殖量 (每胎卵数)
冰真尾溞 ( <i>Eurycercus glacialis</i> )	6.0	40
老年低额溞 ( <i>Simoccephalus vetulus</i> )	3.0	30
驼背单肢溞 ( <i>Holopedium gibberum</i> )	2.2	30
耳船卵溞 ( <i>Scapholeberis aurita</i> )	2.12	30
蟊形大眼溞 ( <i>Polyphemus pediculus</i> )	1.6	25
直额裸腹溞 ( <i>Moina rectirostris</i> )	1.6	20
网纹溞 ( <i>Ceriodaphnia reticulata</i> )	1.44	15
直额菜沙溞 ( <i>Lathonura rectirostris</i> )	1.16	15
底栖泥溞 ( <i>Ilyocryptus sordidus</i> )	1.0	8
粉红粗毛溞 ( <i>Macrothrix rosea</i> )	0.7	7
长额象鼻溞 ( <i>Bosmina longirostris</i> )	0.5	7
圆型迴腸溞 ( <i>Chydorus sphaericus</i> )	0.5	2
镰角锐额溞 ( <i>Alonella excisa</i> )	0.44	2

† 溞属 (*Daphnia*) 除外。

\* 指单性生殖雌蚤的性成熟。

\*\* 单性生殖雌蚤的生殖量系指每胎 (brood) 所产的卵数或幼蚤数。计算生殖量的方法有下列两种：(1) 用针把育室内的卵或胚胎挑出计数。(2) 逐一计算从育室内孵化出来的幼蚤。

marus) (郑重, 1942)<sup>[11]</sup> 却看到相反现象——种 愈小, 生殖量反而愈高。

表3 各种蚤 (Daphnia) 的最大体长和最高生殖量

种 名	最大体长 (毫米)	最高生殖量 (每胎卵数或幼蚤数)	研 究 者
大型蚤 ( <i>D. magna</i> )	5.3	82* 105*	Berg (1931) <sup>[9]</sup> Kerherve (1927) <sup>[12]</sup>
艾氏蚤 ( <i>D. atkinsoni</i> )	3.8	62	Berg (1931) <sup>[9]</sup>
美女蚤 ( <i>D. pulex</i> )	3.5	40 60	Lilljeborg (1900) <sup>[8]</sup> Berg (1931) <sup>[9]</sup>
长棘蚤 ( <i>D. longispina</i> )	2.5	29 40* 30	Berg (1931) <sup>[9]</sup> Ingle 等 (1937) <sup>[13]</sup> Мануйлова (1956) <sup>[14]</sup>
头巾蚤 ( <i>D. cucullata</i> )	2.0	16 11 6	Мануйлова (1956) <sup>[14]</sup> Berg (1931) <sup>[9]</sup> Wesenberg-Lund (1926) <sup>[15]</sup>
后弯蚤 ( <i>D. retrocurva</i> )	2.0	6	Birge (1918) <sup>[16]</sup>
小栉蚤 ( <i>D. crista</i> )	1.6	5	Lilljeborg (1900) <sup>[8]</sup>

\* 幼蚤数

2. 各个成龄的生殖量: 单性生殖雌蚤到了第1成龄开始产卵。以后每个成龄产一次卵, 直到“老年”停止生殖为止。关于各个成龄的生殖量, 著者(1951)<sup>[1]</sup> 曾在美女蚤作过观察。发现它的生殖量开始较低, 后即迅速增加, 至第3成龄达最高峰。接着逐渐降低, 至第6成龄后, 下降最为显著(表4)。有些蚤类到了最末1—3成龄根本不能产卵(Banta, 1939)<sup>[17]</sup>。这和老年新陈代谢率的低落分不开的。值得提起的是: 生殖量最高的成龄在各种枝角类并不一致。例如大型蚤的生殖量是在第5成龄时最高(Anderson & Jenkins, 1942<sup>[18]</sup>; Green, 1954<sup>[19]</sup>), 而长棘蚤的生殖量则在第6成龄时最高(Ingle 等, 1937<sup>[13]</sup>; Banta, 1939<sup>[17]</sup>)。总的看来, 枝角类生殖量的增高也有一定限度。一般过了第3—6成龄(在蚤类), 便逐渐降低下来。

表4 美女蚤各个成龄的平均生殖量 (每胎幼蚤数)(郑重, 1951)

成 龄	生 殖 量	成 龄	生 殖 量
I	8.0	V	16.8
II	14.7	VI	13.6
III	20.4	VII	5.5
IV	19.4	VIII	9.4

3. 总生殖量: 各种枝角类的总生殖量——一个单性生殖雌蚤在一生所产幼蚤的总数——也不相同。例如, 美女蚤的最高总生殖量为130, 平均总生殖量为90.6(郑重, 1951)<sup>[1]</sup>。长棘蚤的平均总生殖量为273.4(Banta, 1939)<sup>[17]</sup>, 而大型蚤的最高总生殖量可达1072(Kerherve, 1927)<sup>[12]</sup>, 比美女蚤的最高总生殖量大八倍多。这可能和种的大小有关: 大型蚤比美女蚤较大(表3)。

4. 生殖量和个体大小的关系: 著者(1951)<sup>[1]</sup> 和 Berg(1931)<sup>[9]</sup> 研究蚤的生殖, 都发现生殖量和个体大小(属于同一种的个体)有关: 个体大的雌蚤产卵较多。这在直额象鼻蚤(*Bosmina longirostris*)和金氏薄皮蚤(*Leptodora kindtii*)也有同样现象——个体愈大, 产卵愈多(Green, 1956)<sup>[20]</sup>。这两者的关系可从表5中清楚地看出来。不过到了“老年”(最末几个成龄), 由于产卵数的锐减, 生殖量和个体大小不再成为正比。值得提出的是: 著者(1942)<sup>[11]</sup> 过去研究海洋蚤(*Marinogammarus marinus*)的生殖也发现了“老年”, 生殖量和个体大小的正比关系不再存在。

5. 生殖量的季节变化: 淡水枝角类的生殖

表 5 生殖量和體長的关系(Green, 1956)

种 名	体 长 (毫米)	生 殖 量 (每胎平均卵数)
象 鼻 溞	0.34	1.8
	0.40	3.8
	0.46	5.8
	0.52	8.0
薄 皮 溞	4.5	2.7
	5.5	3.8
	6.5	6.8
	7.5	9.3
	8.5	14.0

量随季节而异。一般而论，温带枝角类的生殖量在春季最高，夏秋两季次之，而在冬季最低(Lilljeborg, 1900<sup>[8]</sup>; Berg, 1929<sup>[21]</sup>)。这和外界环境有关：在春季，温度适宜，食料丰富，这对枝角类的单性生殖显然有利。因此，产卵很多。在冬季，由于温度太低(冰冻)，食料贫乏，生殖量大大降低或停止生殖。

6. 影响生殖量的外界环境因素

(1) 温度 著者(1953)<sup>[2]</sup>研究温度对美女溞生殖的影响，发现各个成龄(除了第 9 或最末成龄以外)的生殖量都在较低温度(7°C)较高，这在第 3—5 成龄期最为显著，那时在 7°C 的生殖量比在 18°C 的生殖量大了 4—5 倍。不过到了第 9 成龄，温度对生殖量的影响开始消失。在这个龄期，7°C 和 18°C 的生殖量都达到了最低潮——平均每胎只产 3 个幼蚤(图 2)。其他学者如 Papanicolau (1910)<sup>[22]</sup>，Agar (1913)<sup>[23]</sup>，Green (1956)<sup>[20]</sup> 等也都发现增高温度可以降低生殖量\*。值得提出的是：据 Tauson (1930)<sup>[24]</sup> 的研究结果，15—25°C 是美女溞生殖的适宜温度。如果超出这个适宜温度范围以外，那末生殖量便会大大降低。

(2) 食料 食料也是影响淡水枝角类生殖量的一个重要因素。过去不少学者(包括 Kuttner, 1909<sup>[25]</sup>; Ingle 等, 1937<sup>[19]</sup>和 Banta, 1939<sup>[17]</sup>)曾先后发现增加食料(饱食)可以提高生殖量，而减少食料(饥饿)则降低生殖量(表 6)。据 Banta (1939)<sup>[17]</sup> 研究食料对长棘溞生殖的影响所得结果，饱食雌蚤在各个成龄的生殖量(每胎

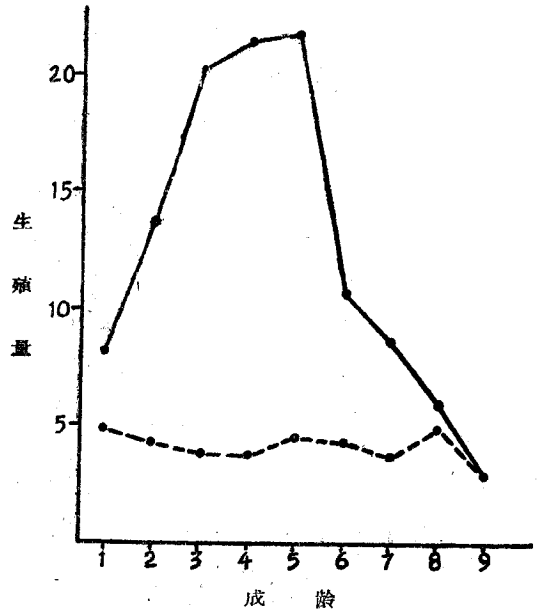


图 2 温度对美女溞(*Daphnia pulex*)各个成龄生殖量(每胎幼蚤数)的影响。(郑重, 1953)  
--- 18°C. — 7°C;

幼蚤数)要比饥饿雌蚤高得多，这在第 6—9 成龄期特别显著。可是过了第 17 成龄，饥饿雌蚤的生殖量反而较高(图 3)。可见饱食对生殖量的影响到了最末二个成龄完全消失。这和温度对生殖量的影响有些类似。从这里可以看出，到了最末几个成龄，温度或食料对生殖量的影响渐趋薄弱，最后完全消失。这是不难理解的，因为到了“老年”，由于新陈代谢的低落和生殖机能的衰退，生殖量大大降低或完全停止生殖。

表 6 食料对溞类生殖量的影响

种 名	生 殖 量 (每胎卵数或幼蚤数)		研 究 者
	饱 食	饥 饿	
美女溞	20—30	2—4	Kuttner (1909) <sup>[25]</sup>
长棘溞	23.64†	5.6†	Ingle 等 (1937) <sup>[19]</sup>

† 平均幼蚤数。

\* 关于增高温度，降低生殖量的原因，还不很清楚。据著者不成熟意见，这可能和食料有关。因增高温度可以加速摄食率。在这情况之下，如不加添食料，就会发生饥饿现象，而饥饿可以降低生殖量，这是很明显的(参考下节“食料对生殖量的影响”)。

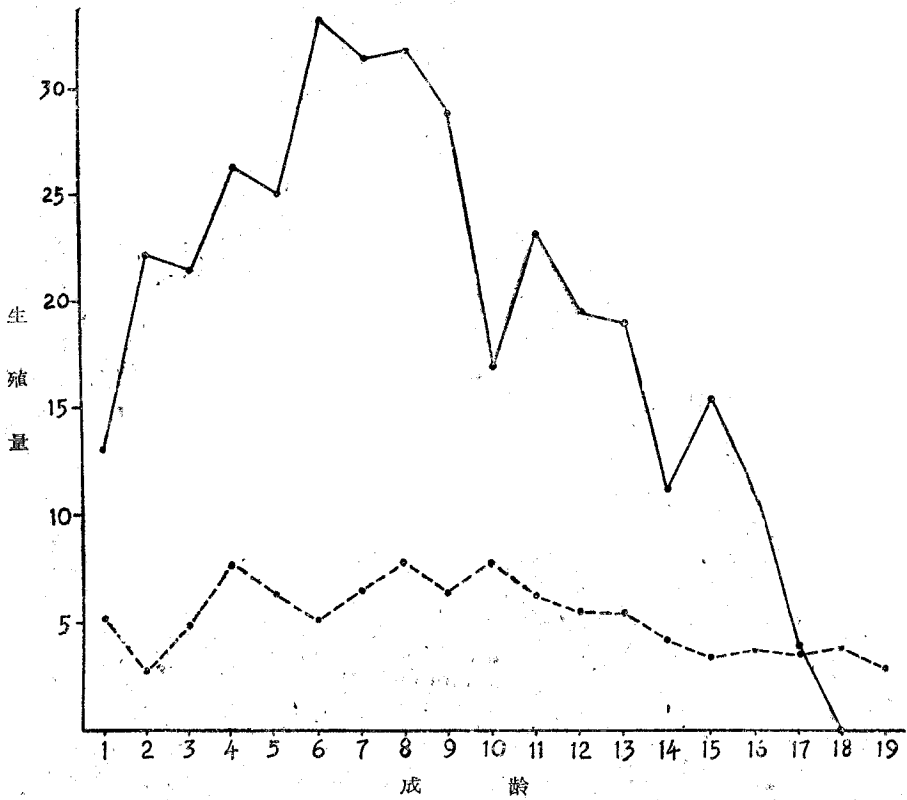


图 3 食料对长棘溞 (*Daphnia longispina*) 各个成龄生殖量(每胎幼蚤数)的影响。(Banta, 1939)  
 ·——· 飽食; ·- - -· 飢餓。

(3) 其他因素 远在 1900 年, Warren (1900)<sup>[26]</sup> 已经发现拥挤 (crowding) —— 把很多雌蚤养在一起 —— 可以降低大型溞的生殖量。后来, 这个结果得到其他学者的证实。例如, Langhans (1909)<sup>[27]</sup> 发现在拥挤情况之下, 大型溞每次只产 1—3 个卵, 而在单个情况之下 —— 在每个瓶中只养一个雌蚤 ——, 则每次可产 16 个以上的卵。据 Terao 和 Tanaka (1920)<sup>[28]</sup> 研究长型裸腹溞 (*Moina macrocopa*) 生殖的结果, 拥挤可以降低生殖量。这个现象是很易理解的, 因为拥挤导致食料贫乏, 而饥饿可以降低生殖量。

据 Schulz (1928)<sup>[29]</sup> 的观察, 光度可以影响生殖量。如果把美女溞移养在黑暗地方, 产卵数就会减少。这可能和食料有关, 因为放在黑暗地方, 单细胞藻类 —— 枝角类的主要食料之一 —— 不能繁殖。这样就会发生饥饿现象。

此外, 含氧量也是影响生殖量的一个因素。如果含氧量降至 2—3 毫升/升以下, 钝额溞 (*Daphnia obtusa*) 的生殖量便会降低 (Fox 等,

1951)<sup>[30]</sup>。

### (二) 两性生殖雌蚤的生殖量

两性生殖雌蚤的生殖量很低。大多数种类只产 1—2 个冬卵。例如, 低额溞属 (*Simocephalus*), 船卵溞属 (*Scapholeberis*), 网纹溞属 (*Ceriodaphnia*) (图 1, E) 等只产一个冬卵。溞属 (*Daphnia*) (图 1, B, C) 和不少个别种类如短尾秀体溞 (*Daphanosoma brachyurum*), 长型裸腹溞 (*Moina macrocopa*), 粉红粗毛溞 (*Macrothrix rosea*) 等可产二个冬卵。只有很少种类如晶瑩仙达溞 (*Sida crystallina*), 瓣真尾溞 (*Eurycercus lamellatus*) (图 1, D) 等能产二个以上的冬卵。

### 生殖率

单性生殖雌蚤的生殖率\* 在前几个成龄期较快, 后即逐渐下降。到了最末几个成龄, 生殖很慢或完全停止。换言之, 枝角类的生殖率, 和

\* 生殖率可用单位时间内的产卵次数来表示。

其他低等动物的生殖率一样, 随着年龄的增高而逐渐降低。这和新陈代谢率的逐渐低落分不开的。

除了年龄以外, 生殖率还受着外界环境因素的影响很大。据 Terao 和 Tanaka (1928)<sup>[21]</sup> 的研究结果, 长型裸腹溘的生殖率随着温度的增高而逐渐加速。可是温度超过了 28.1°C, 生殖率显著下降。Мануйлова (1956)<sup>[14]</sup> 获得类似结果。她发现温度超过 20°C, 小椴溘的生殖率便会降低。据著者(1953)<sup>[2]</sup> 和 MacArthur 与 Baillie (1929)<sup>[31]</sup> 的观察, 增高温度(不超过生存适宜温度)可以加速生殖率。这可从表 7 中看出来。

表 7 温度对溘类生殖率的影响

种 名	美女溘 (郑重, 1953)			大型溘 (MacArthur & Baillie, 1929)		
	7	18	25	8	18	28
温度(°C)	7	18	25	8	18	28
生殖率 (10天内平均 产卵次数)	0.9	1.8	4.2	0.96	2.3	3.3

食料也是影响枝角类生殖率的一个重要因素。一般而论, 食料愈多(营养愈好), 生殖愈快(Banta, 1939)<sup>[17]</sup>。此外, 拥挤也能影响生殖率。如果在一个小瓶中放入 25 个以上的雌蚤, 那末生殖率便会迅速下降(Pratt, 1943)<sup>[32]</sup>。这和食料供应有关。关于这点已在前面述及, 兹不复赘。

## 提 要

1. 枝角类的生殖方式计有两种: 单性生殖(孤雌生殖)和两性生殖。前者系在良好环境(温度适宜, 食料丰富等)下进行, 而后者则在不良环境(温度很低, 食料贫乏等)下进行。

2. 一般溘类的单性生殖雌蚤在第 4 龄达到性成熟, 至第 5 龄开始产卵, 称为第 1 成龄。增高温度(不超过生存适宜温度)可以加速性的成熟。

### 3. 单性生殖雌蚤的生殖量

(1) 生殖量和种的大小有关: 一般来讲, 种愈大, 生殖量愈高。

(2) 生殖量在各个成龄不同。一般开始较

低, 至第 3—6 成龄达到最高峰后(在溘类), 即逐渐降低。到了最末几个成龄, 生殖量迅速下降或停止产卵。这和新陈代谢率的低落分不开。

(3) 生殖量和个体大小(属于同一种的个体)有关: 一般来讲, 个体大的雌蚤产卵较多。不过到了“老年”(最末几个成龄), 由于产卵数的锐减, 生殖量和个体大小的正比关系不再存在。

(4) 生殖量随季节而异。一般温带淡水枝角类的生殖量在春季最高, 而在冬季最低。这和外界环境变化分不开的。

(5) 生殖量受着外界环境因素的影响很大。(i) 增高温度可以降低生殖量, (ii) 增加食料可以提高生殖量, (iii) 其他因素如拥挤, 黑暗和减少含氧量都可降低生殖量。

4. 两性生殖雌蚤的生殖量一般很低(只产 1—2 个冬卵)。只有极少数种类能产二个以上的冬卵。

5. 单性生殖雌蚤的生殖率随着年龄的增高而逐渐降低。此外, 它还受着外界环境因素的影响: (i) 增高温度(不超过生存适宜温度)和增加食料可以加速生殖率; (ii) 拥挤可以降低生殖率。

## 参 考 文 献

- [1] 郑重: 1951. 淡水水蚤 *Daphnia pulex* (De Geer) 生殖量的研究. 中国水生生物学集报, 2(1, 2): 1—10.
- [2] 郑重: 1953. 温度对淡水美女溘 (*Daphnia pulex*) 生殖的影响. 厦门大学学报, 2: 29—36.
- [3] Smith, G.: 1915. The life cycle of Cladocera. *Proc. Roy. Soc. London (B)*, 88: 418—435.
- [4] Kerherve, L. B. de: 1892. De l'apparition provoquée des mâles chez les *Daphnies*. *Mém. Soc. Zool. France*, 8: 1—200.
- [5] Wagler, E.: 1923. Ueber die systematik, die geographische verbreitung und die adhangigkeit der *Daphnia cucullata* Sars von physikalischen u. chemischen einflussen des milieus. *Intern. Rev. Hydrobiol. Hydrogr.*, 11.
- [6] McClendon, J. E.: 1910. On the effect of external conditions on the reproduction of *Daphnia*. *Amer. Nat.*, 44: 404—411.
- [7] Brown, L. A.: 1929. The natural history of Cladocera in relation to temperature. *Amer. Nat.*, 63: 248—264.
- [8] Lilljeborg, W.: 1900. Cladocera Succiae. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsala, Ser. 3*, 19.
- [9] Berg, K.: 1931. Studies on the genus *Daphnia* with special reference to the mode of reproduction. *Vidensk. Medd. fra Dansk Naturh. Foren.*, 92:

- [10] 郑 重: 1947, On the fertility of marine Cladocera with a note on the formation of the resting egg in *Evadna nordmanni* Loven and *Podon intermedius* Lilljeborg. *J. Mar. Biol. Assoc., U. K.*, **26**: 551—561.
- [11] 郑 重: 1942, On the fecundity of some gammarids. *J. Mar. Biol. Assoc., U. K.*, **25**: 467—475.
- [12] Kerherve, J. B. de: 1927. La descendance d'une *Daphnia magna* ou ses millions de germes en une saison. *Ann. Biol. Lacust.*, **15**: 61—73.
- [13] Ingle, L., Wood, T. R., & Banta, A. M.: 1937. A study of longevity, growth, reproduction and heart rate in *Daphnia longispina* as influenced by limitation in quantity of food. *J. Exp. Zool.*, **76**: 325—352.
- [14] Мануйлова, Е. Ф.: 1956. Об Условиях массового развития ветвистоусых рачков. Труды биологической станции "Борок", **2**: 89—107.
- [15] Wesenberg-Lund, C.: 1926. Contributions to the biology and morphology of the genus *Daphnia*. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. **8**, Ser., **11**.
- [16] Birge, E. A.: 1918. The water fleas (Cladocera). In *Freshwater Biology*, Chapt. **22**: 676—740.
- [17] Banta, A. M.: 1939. Studies on the physiology, genetics and evolution of some Cladocera. *Carneg. Inst. Wash. Publ.*, No. 513.
- [18] Anderson, B. G. & Jenkins, J. C.: 1942. A time study of events in the life span of *Daphnia magna*. *Biol. Bull.*, **83**: 260—273.
- [19] Green, J.: 1954. Size and reproduction in *Daphnia magna*. *Proc. Zool. Soc. London*, **124**(3): 535—545.
- [20] Green, J.: 1956. Growth, size and reproduction in *Daphnia*. *Proc. Zool. Soc. London*, **126**(2): 173—203.
- [21] Berg, K.: 1929. A faunistic and biological study of Danish Cladocera. *Vidensk. Medd. fra Dausk. Naturh. Foren.*, **88**: 31—111.
- [22] Papanicolau, G.: 1910. Experimentelle untersuchungen uber die fortpflanzungs-verhaltnisse der *Daphniden*. *Biol. Centrabl.*, **30**: 689—692; **31**: 81—85.
- [23] Agar, W. E.: 1913. The transmission of environmental effects from parent to offspring in *Simocephalus veivulus*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B.*, **203**: 319—350.
- [24] Tauson, A.: 1930. Die wirkung der äusseren bedingungen auf die veränderungen des geschlechts und auf die entwicklung von *Daphnia pulex* de Geer. *Arch. f. Entw.-mech. d. Org.* Abt. D., **123**: 1.
- [25] Kuttner, O.: 1909. Untersuchungen über fortpflanzungsverhältnisse und vererbung bei Cladoceren. *Intern. Rev. Hydrobiol.*, **2**: 633—666.
- [26] Warren, E.: 1900. On the reaction of *Daphnia magna* to certain changes in its environment. *Quart. j. Micro. Sci.*, **43**: 199—224.
- [27] Langhans, V. H.: 1909. Ueber experimentelle untersuchungen zu fragen der fortpflanzung, variation, und vererbung bei *Daphniden*. *Verh. D. Zool. Ges.*, **19**: 281—291.
- [28] Terao, T. & Tanaka, A.: 1928. Influence of temperature upon the rate of reproduction in the water-flea, *Moina macrocopa* Strauss. *Proc. Imp. Acad, Tokyo*, **4**: 553—555.
- [29] Schulz, H.: 1928. Über die bedeutung des liches im leben niederer krebse. *Zeits. f. Vergl. Physiol.*, **7**: 488.
- [30] Fox, H. M., Hardcastle, S. M., & Dresel, F. I. B.: 1949. Fluctuations in the hæmoglobin content of *Daphnia*. *Proc. Roy. Soc. London, (B)*, **136**: 388—399.
- [31] MacArthur, J. W. & Baillie, W. H. T.: 1929. Metabolic activity and duration of life. *J. Exp. Zool.*, **53**: 243.
- [32] Pratt, D. M.: 1943. Analysis of population development in *Daphnia* at different temperatures. *Biol. Bull.*, **85**: 116.