

武汉东湖桡足类生物量及生产量的初步研究

陈雪梅*

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文主要论述 1980—1982 年武汉东湖桡足类生物量及生产量的测算结果。三周年以来在东湖 I、II 采样站上共观察到 5 种剑水蚤: 广布中剑水蚤 (*Mesocyclops leuckarti*)、近邻剑水蚤 (*Cyclops vicinus vicinus*)、透明温剑水蚤 (*Thermocyclops hyalinus*)、台湾温剑水蚤 (*Thermocyclops taihokuensis*)、锯缘真剑水蚤 (*Eucyclops serrulatus*) 和 5 种哲水蚤: 球状许水蚤 (*Schmackeria forbesi*) 特异荡镖水蚤 (*Neotriaptomus incongruens*)、右突新镖水蚤 (*Neotriaptomus schmackeria*)、中华原镖水蚤 (*Eodiaptomus sinensis*)、汤匙华哲水蚤 (*Sinocalanus dorrii*)。其总年平均生物量为 321.74 毫克干重/平方米。其中剑水蚤为 194.70 毫克干重/平方米, 占 60.51%; 哲水蚤为 127.04 毫克干重/平方米, 占 39.49%。总年生产量为 16.959 克干重/平方米。其中剑水蚤为 11.225 克干重/平方米, 占 66.19%; 哲水蚤为 5.734 克干重/平方米, 占 33.81%。年 P/B 比为 52.55; 其中剑水蚤为 57.63, 哲水蚤为 46.02。

各发育阶段的年平均生物量以桡足幼体最高, 其次为无节幼体, 卵最低。年生产量则以无节幼体最高, 其次为桡足幼体, 卵最低。

从各种类所占总年平均生物量、年生产量的百分比值来看, 广布中剑水蚤的比值最大, 其次为球状许水蚤、近邻剑水蚤和特异荡镖水蚤。

桡足类是水体食物链中一个重要环节, 因而它在水生态系统结构、功能和生物生产力的研究中占有一定的位置。早在 60 年代, 陈受忠曾对武汉东湖桡足类的种类组成和数量变动作过研究^[1]。自 1973 年我所在武汉东湖进行渔业增产试验和生物生产力的研究以来, 我们对东湖浮游动物的数量和生物量的季节变动作过进一步的调查^[2]。近几年来, 为配合东湖水生态系统结构、功能和生物生产力的研究, 在 1980—1982 年期间, 通过野外定期采集观察及实验室的培养试验, 开展了对东湖桡足类生物量及生产量的初步研究。本文仅报道这项研究的主要结果。

工 作 方 法

采样站的设立和采集时间、采集方法均与东湖其他甲壳动物相一致^[3]。

* 已调中国科学院南海海洋研究所。

1984 年 3 月 29 日收到。

自 1980—1982 年以来共采集 125 份定量标本;另用粗网捞取定性标本以计算雌体的怀卵量。无节幼体,桡足幼体,雌、雄成体及带卵囊雌体分开进行计数及测量。但因广布中剑水蚤和两种温剑水蚤(透明温剑水蚤、台湾温剑水蚤)的无节幼体很相象,难予区分,故先把三种剑水蚤的无节幼体合并计数,然后按中剑水蚤和温剑水蚤中桡足幼体的数目分别估算无节幼体的数量^[6,11]。右突新镖水蚤和中华原镖水蚤均为夏、秋季种类,其幼体也难予区分,故这两种桡足类混在一起计算其生物量及生产量。

有关淡水桡足类生物量的测算方法和东湖个别桡足类实验室的培养方法已有报道^[4,5]。本文采用累计总增长的方法估算东湖桡足类的生产量^[3,8,13]。

$$P = \frac{N_e \Delta W_e}{T_e} + \frac{N_n \Delta W_n}{T_n} + \frac{N_c \Delta W_c}{T_c}$$

式中 P 为每天的生产量,单位为毫克干重/立方米或毫克干重/平方米(以 I 采样站平均水深为 2 米,II 采样站平均水深为 4 米进行换算); N_e 、 N_n 、 N_c 为卵、无节幼体、桡足幼体的数目(个/升); T_e 、 T_n 、 T_c 为卵、无节幼体、桡足幼体的发育时间(天); ΔW_e 、 ΔW_n 、 ΔW_c 为卵、无节幼体、桡足幼体的重量增长值(毫克干重)。

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} (t_2 - t_1) + \frac{P_2 + P_3}{2} (t_3 - t_2) \cdots \cdots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} (t_n - t_{n-1})$$

式中 P 为 $t - t_n$ 时间的累计生产量,单位为毫克干重/平方米和克干重/平方米。

桡足类要经过 6 个无节幼体期和 5 个桡足幼体期才能成为成体。有的研究者^[9,10]把成体列为第六桡足幼体期。鉴于达成体后的个体的生长和发育均基本停止,故在计算桡足类的生物量及生产量时,把成体归到桡足幼体中去。

结果与讨论

(一) 桡足类各发育阶段的发育时间

不同温度下东湖 7 种桡足类各发育阶段的平均发育时间与水温呈显著负相关(表 1),水温愈高,发育时间愈短。其回归关系方程式为:

$$\ln D_e = 3.334 - 0.299(\ln T)^3$$

$$\ln D_n = 3.879 - 0.240(\ln T)^3$$

$$\ln D_c = 4.210 - 0.247(\ln T)^3$$

式中 D_e 、 D_n 、 D_c 分别代表卵、无节幼体、桡足幼体的平均发育时间(天), T 代表水温($^{\circ}\text{C}$)。

(二) 桡足类总生物量、生产量、P/B 比及其季节变动

1. 生物量 东湖 I、II 站上桡足类生物量高峰出现的时期彼此较相接近,且逐年的波动趋势也颇为一致(图 1)。一般有 4 个高峰: 8—9 月、1—2 月、4—5 月及 10—11 月;同样有两个低贬期: 6 月, 12 月。

表1 不同温度下东湖7种桡足类各发育阶段的平均发育时间

Tab. 1 Mean development times of the various development stages in 7 species of Copepoda in Lake Donghu at different temperature

发育时间 (天)	培养水温 (°C)	近邻剑水蚤 <i>C. vicinus</i> <i>vicinus</i>	广布中 剑水蚤 <i>M.</i> <i>leuckarti</i>	台湾温 剑水蚤 <i>T. taiho-</i> <i>kuensis</i>	特异荡 镖水蚤 <i>N. incong-</i> <i>ruens</i>	球状许水蚤 <i>S. forbesi</i>	右突新 镖水蚤 <i>N. schm-</i> <i>ackeria</i>	锯缘真 剑水蚤 <i>E. serrul-</i> <i>atus</i>
卵的发育 时间 $E \rightarrow N_1$	6.5	9.6±0.7						
	10.5	5.4±0.4			5.1±0.2			
	15	3.2±0.1	3.5±0.1		3.2±0.13	3.4±0.1		2.8±0.1
	20	2.2±0.2	2.0±0.06	2.3±0.1	2.0±0.07	2.0±0.19		
	25		1.2±0.05	1.3±0.05			1.1±0.05	
	30		0.82±0.03	0.9±0.05			0.86±0.04	
无节幼体的 发育时间 $N_1 \rightarrow C_1$	6.5	19.7±0.6						
	10.5	12.3±0.6			14.5±1.5			
	15	8.6±0.6	9.1±1.2		8.4±0.3	9.5±0.01		8.0±0.4
	20	6.2±0.5	5.6±0.1	5.7±0.2	5.7±0.2	5.0±0.6		
	25		3.8±0.4	3.6±0.3			4.0±0.05	
	30		2.6±0.2	3.0±0.3			3.5±0.02	
桡足幼体的 发育时间 $C_1 \rightarrow A$	♂	6.5	22.4±3.4					
		10.5	15.2±6.8		17.0±3.5			
		15	9.7±4.9	9.2±0.8	11.0±0.6	12.8±1.3		7.9±1.1
		20	8.0±5.1	6.0±1.4	5.2±0.8	8.9±1.1	6.8±0.6	
		25		3.2±0.5	3.7±1.0			4.7±0.3
		30		2.5±0.5	2.9±0.6		3.8±0.3	
	♀	6.5	31.8±4.3					
		10.5	20.2±10.5		18.0±2.5			
		15	15.7±9.2	10.2±1.7	11.7±0.4	14.4±1.2		10.6±1.1
		20	10.3±6.1	7.5±2.3	8.4±1.2	9.6±0.8	8.3±0.8	
		25		5.2±0.9	5.7±1.0			5.7±0.2
		30		3.9±0.9	5.4±1.3		4.6±0.3	

三周年内(1980—1982) I 站年平均生物量依次为 80.73、174.66、89.1 毫克干重/立方米,平均为 114.83 毫克干重/立方米。II 站依次为 70.56、154.90、84.90 毫克干重/立方米,平均为 103.45 毫克干重/立方米。I 站虽略高于 II 站,但差异并不十分显著。另各季度的生物量也较为接近(表 2, 3)。

2. 生产量 东湖 I、II 站上桡足类的生产量同样有显著的季节变动,且生产量高峰出现的时间与生物量出现高峰的时间较为一致。全年最高峰出现在水温最高的 8 月(图 2), 7—10 月生产量占全年的 62.96—76.30% (表 2)。

三周年内 I 站年平均生产量依次为 11.26、30.12、12.09 毫克干重/立方米,平均为 17.82 毫克干重/立方米。II 站为 9.98、21.50、11.08 毫克干重/立方米,平均为 14.19 毫克干重/立方米。I 站略高于 II 站。

桡足类年生产量平均为 16.959 克干重/平方米,其中以夏季最高,占 49.17%; 秋季次之,占 26.88%; 春季再次,占 16.91%; 冬季最低,仅占 7.04% (表 2, 3)。

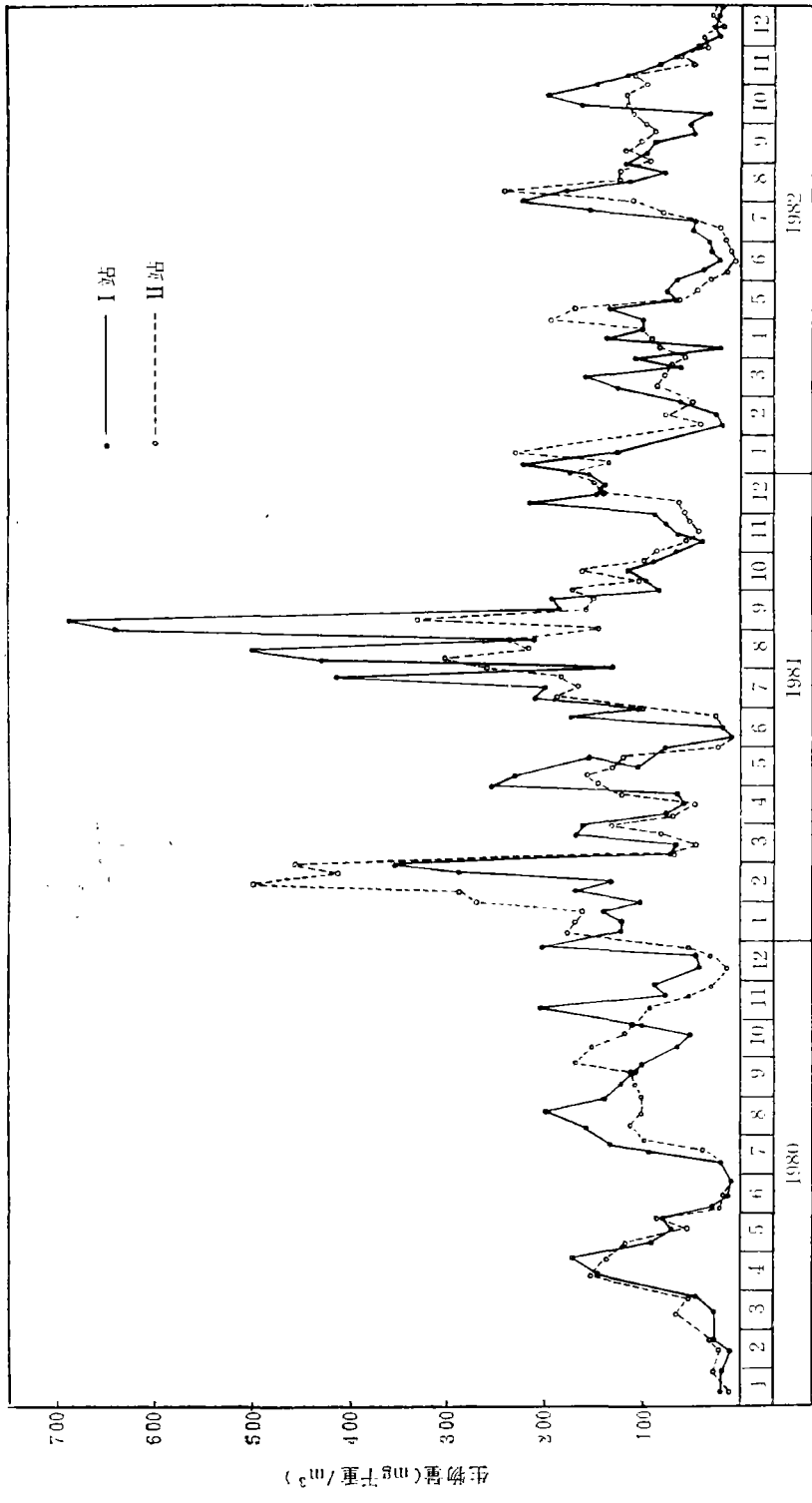


图 1 东湖桡足类生物量的季节变动
Fig. 1 Seasonal fluctuation in biomass for Copepoda in Lake Donghu

表2 东湖桡足类平均生

Tab. 2 Mean biomass, production, and P/B

站别	月份	平均生物量 (B) 毫克干重/平方米			生产量 (P) 毫克干重/平方米			
		1980	1981	1982	1980		1981	
					日生产量	月生产量	日生产量	月生产量
I 站	1	36.64	238.58	346.58	1.24	38.50	8.37	259.56
	2	34.44	468.18	67.24	1.63	45.69	19.81	554.68
	3	74.94	230.28	224.2	3.16	97.96	19.32	598.92
	4	316.0	230.34	179.28	26.56	796.8	31.36	940.74
	5	149.08	281.38	170.3	25.03	775.93	34.51	1,069.93
	6	33.98	154.82	57.48	6.93	207.9	35.86	1,075.68
	7	160.66	474.7	235.42	35.93	1,113.83	146.06	4,527.86
	8	327.62	900.48	242.1	71.42	2,214.02	258.52	8,014.12
	9	224.52	571.38	144.5	41.12	1,233.6	122.64	3,679.2
	10	144.78	182.12	267.96	20.71	642.01	21.79	675.49
	11	244.14	132.5	156.02	28.06	841.89	8.91	267.36
	12	190.58	326.94	47.3	8.27	256.46	15.57	482.76
	年平均	161.45	349.31	178.20	22.51	688.71	60.23	1,845.53
	全年					8,264.59		22,146.3
II 站	1	85.76	779.36	731.08	2.94	91.14	25.40	787.5
	2	90.48	1653.0	217.36	3.60	100.8	73.94	2,070.48
	3	234.80	333.72	304.68	9.53	295.5	23.82	738.56
	4	578.48	386.24	466.24	45.7	1,371.0	63.9	1,917.0
	5	340.76	429.52	305.56	56.72	1,758.32	52.74	1,634.94
	6	65.28	152.04	36.36	16.2	486.0	41.91	1257.24
	7	208.2	801.12	253.2	51.95	1,610.62	233.19	7,228.88
	8	404.8	902.24	577.48	90.32	2,799.92	258.9	8,025.9
	9	519.28	817.56	397.24	104.92	3,147.6	167.66	5,029.8
	10	503.12	449.68	433.52	65.14	2,019.34	52.54	1,628.74
	11	230.4	209.48	251.72	26.61	798.16	14.5	435.0
	12	126.68	521.36	100.56	5.18	160.76	23.54	729.92
	年平均	282.34	619.61	339.58	39.90	1,219.93	86.00	2,623.66
	全年					14,639.16		31,483.96

物量、生产量及 P/B 比

ratio for Copepoda in Lake Donghu

		P/B 比					
1982		1980		1981		1982	
日生产量	月生产量	日	月	日	月	日	月
15.82	490.54	0.034	1.049	0.035	1.088	0.045	1.415
2.47	69.27	0.047	1.327	0.042	1.185	0.036	1.030
11.92	369.55	0.042	1.307	0.084	2.60	0.053	1.648
24.53	735.87	0.084	2.522	0.136	4.084	0.137	4.104
23.98	743.38	0.168	5.205	0.122	3.802	0.141	4.365
10.74	322.2	0.204	6.118	0.231	6.948	0.187	5.605
59.61	1,847.91	0.224	6.933	0.307	9.538	0.253	7.849
57.86	1,793.66	0.218	6.758	0.287	8.900	0.239	7.408
27.07	812.1	0.183	5.494	0.214	6.439	0.187	5.620
39.81	1,234.26	0.143	4.434	0.119	3.709	0.148	4.606
14.24	427.32	0.115	3.448	0.067	2.018	0.091	2.739
2.04	63.2	0.043	1.346	0.047	1.476	0.043	1.336
24.17	742.44	0.125	3.828	0.141	4.315	0.13	3.977
	8,909.26		51.19		63.40		50.00
31.56	978.36	0.034	1.063	0.033	1.010	0.043	1.338
5.37	150.4	0.039	1.114	0.045	1.252	0.025	0.692
15.41	477.8	0.041	1.260	0.071	2.213	0.051	1.568
65.39	1,961.7	0.079	2.370	0.165	4.963	0.140	4.207
39.44	1,222.64	0.166	5.160	0.123	3.806	0.129	4.001
6.53	195.78	0.248	7.879	0.276	8.269	0.179	5.384
63.68	1,974.08	0.249	7.736	0.291	9.021	0.251	7.796
138.44	4,291.64	0.223	6.917	0.287	8.895	0.240	7.432
68.24	2,047.2	0.202	6.061	0.205	6.152	0.172	5.153
71.44	2,214.82	0.129	4.014	0.117	3.622	0.165	5.109
22.01	660.3	0.116	3.492	0.069	2.076	0.087	2.623
4.32	134.1	0.041	1.269	0.045	1.400	0.043	1.334
44.32	1,359.07	0.130	4.028	0.144	4.390	0.127	3.886
	16,308.82		51.85		50.81		48.03

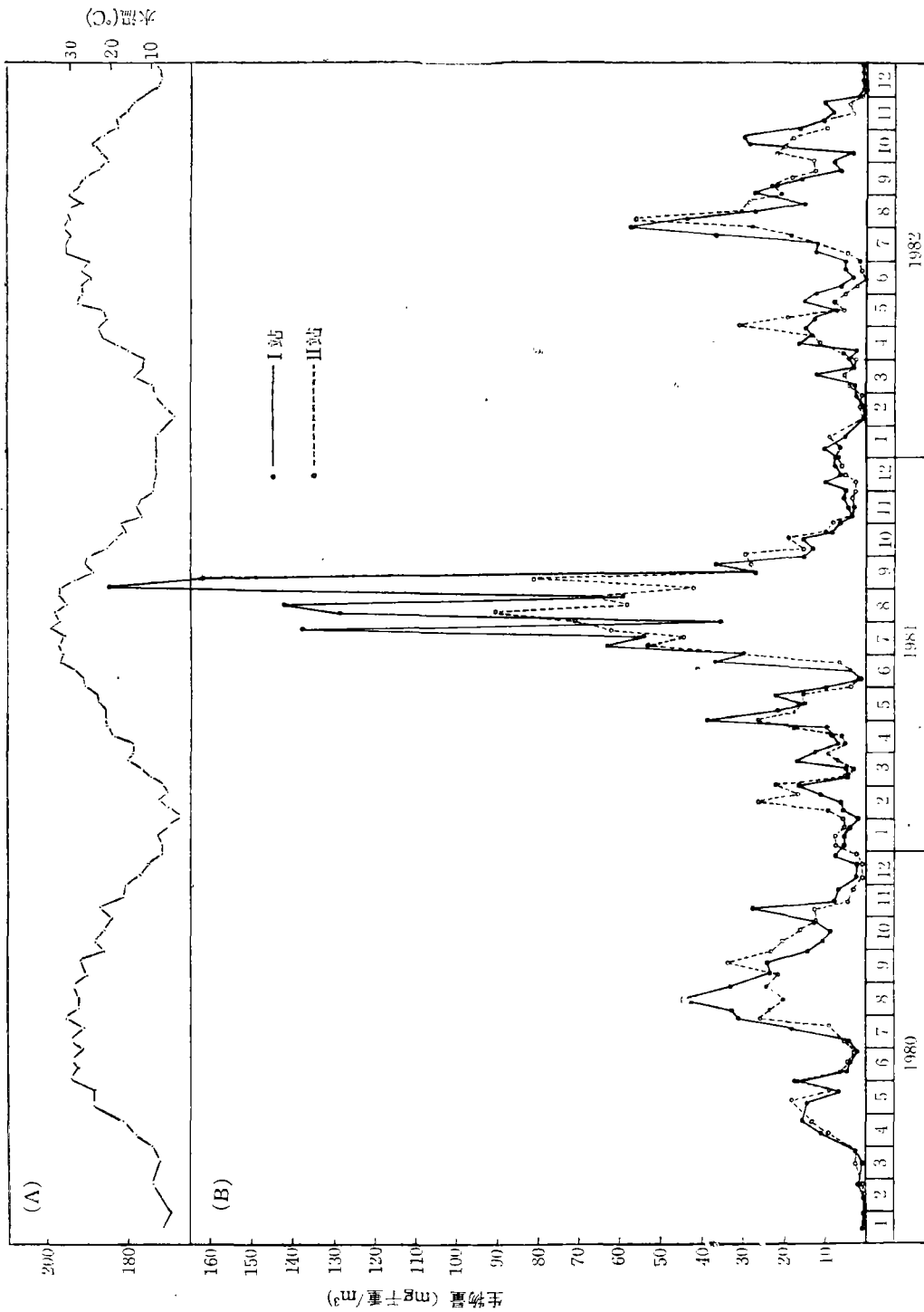


图2 东湖桡足类生产量 (B) 及水温 (A) 的季节变动
Fig. 2 Seasonal fluctuation in production for Copepoda (B) and water temperature (A)

表 3 东湖桡足类生物量、生产量及 P/B 比的季节分布(%) (1980—1982)

Tab. 3 Seasonal distribution (%) of biomass, production, and P/B ratio for Copepoda in Lake Donghu (1980—1982)

站别	年平均生物量 (B)				年生产量 (P)				P/B 比			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
I 站	22.45	31.29	25.01	21.25	15.59	53.70	24.96	5.75	20.37	45.42	26.48	7.73
II 站	22.69	22.82	25.59	28.90	18.22	44.65	28.80	8.33	20.01	46.96	25.94	7.09
平均	22.57	27.06	25.30	25.07	16.91	49.17	26.88	7.04	20.19	46.19	26.21	7.41

3. P/B 比 P/B 比是生产量与生物量之间的比率。东湖桡足类 P/B 比的季节变动规律与生产量的变动规律较为一致;以夏季最高,秋季次之,春季再次,冬季最低(表 3)。

三周年内 I 站日 P/B 比平均为 0.132, II 站为 0.133, 两站平均为 0.133。年 P/B 比 I 站平均为 54.86, II 站为 50.23, 两站平均为 52.55。可见两站桡足类的 P/B 比与生物量、生产量一样较为接近。

从三周年内 I、II 站桡足类生物量、生产量的年变动情况来看, 1981 年较其他两年度高 1—2 倍。主要是该年度的广布中剑水蚤及近邻剑水蚤的生物量及生产量(特别是广布中剑水蚤)有了很大的发展(图 1, 2; 表 6)。广布中剑水蚤是喜温性种类, 幼体发育速度受水温的影响特别大(表 1), 在水温很高的 7—8 月, 种群的数量很多。从 7—8 月的水温来看, 1981 年超过 30℃, 平均为 32.06℃; 而其他两年度的水温基本不超过 30℃, 平均为 28.08 及 29.19℃(图 2)。在适温范围内, 温度增高, 种群的周转率快, 形成生物量及生产量迅速增高。可见温度对生物量及生产量的影响是比较明显的。

生物量及生产量的变动除受温度因素影响外, 还受其他生物或非生物因素的影响。例如, 广布中剑水蚤及近邻剑水蚤是肉食性桡足类^[7], 但在实验室内喂已经过滤的浓缩池塘藻类^[5]或只用过滤湖水培养时^[10], 仍能顺利完成整个发育阶段。看来食料等因素的影响是错综复杂的, 还需进一步积累资料才能分析研究。

(三) 各发育阶段的生物量、生产量及 P/B 比

表 4 列出 1980—1982 东湖 I、II 站剑水蚤目及哲水蚤目卵、无节幼体、桡足幼体的年平均生物量, 年生产量及 P/B 比。

东湖桡足类年平均生物量及年生产量分别为 321.74 毫克干重/平方米及 16.959 克干重/平方米; 其中剑水蚤为 194.70 毫克干重/平方米及 11.225 克干重/平方米, 占总量 60.51% 及 66.19%。哲水蚤为 127.04 毫克干重/平方米及 5.734 克干重/平方米, 占总量 39.49% 及 33.81%。

1980—1982, 东湖 I、II 站剑水蚤目卵、无节幼体、桡足幼体的年平均生物量依次为 5.65、89.62、99.43 毫克干重/平方米, 哲水蚤目依次为 7.70、34.89、84.45 毫克干重/平方米。可见剑水蚤的桡足幼体的生物量略高于无节幼体而为卵的 17.6 倍; 而哲水蚤的桡足幼体却为无节幼体的 2.4 倍, 为卵的 11.0 倍。若剑水蚤及哲水蚤一起计算, 则桡足幼体占整个发育阶段生物量的 57.15%, 无节幼体占 38.70%, 卵占 4.15%。

Tab. 4 Annual average biomass, annual production, and P/B ratio of the various development stages for 2 Orders of Copepoda in Lake Donghu

年份	类 别	I 站						II 站									
		剑水蚤目				哲水蚤目				剑水蚤目				哲水蚤目			
		卵	无节幼体	桡足幼体	整个发育阶段	卵	无节幼体	桡足幼体	整个发育阶段	卵	无节幼体	桡足幼体	整个发育阶段	卵	无节幼体	桡足幼体	整个发育阶段
	年平均生物量 (毫克干重/ 平方米)	4.51	39.85	45.78	90.14	4.67	23.97	42.67	71.31	4.68	53.17	69.89	127.74	11.71	38.03	104.86	154.60
一九八〇	年生产量 (毫克干重/ 平方米)	703.41	2,434.33	1,638.99	4,776.73	789.30	1,341.14	1,357.42	3,487.86	1,263.48	3,256.66	3,158.42	7,678.56	2,321.42	1,823.62	2,815.56	6,960.60
	P/B 比	155.97	61.09	35.80	52.99	169.01	55.95	31.81	48.91	269.97	61.25	45.19	60.11	198.24	47.95	26.85	45.02
	年平均生物量 (毫克干重/ 平方米)	9.14	127.74	125.92	262.80	5.07	25.24	56.20	86.51	7.93	194.01	234.33	436.27	11.03	52.05	120.26	183.34
一九八一	年生产量 (毫克干重/ 平方米)	2,059.96	9,838.19	5,886.34	17,784.49	1,154.99	1,374.40	1,832.42	4,361.81	2,126.01	3,129.98	7,562.66	22,818.64	2,598.66	2,639.66	3,427.08	6,665.32
	P/B 比	225.38	77.02	46.75	67.67	227.81	54.45	32.61	50.42	268.09	67.68	32.27	52.30	235.60	50.71	28.50	47.26
	年平均生物量 (毫克干重/ 平方米)	2.63	55.33	43.46	101.42	4.73	24.90	47.15	76.78	5.00	67.61	77.22	149.83	9.01	45.16	135.58	189.75
一九八二	年生产量 (毫克干重/ 平方米)	515.41	3,024.25	1,893.99	5,433.65	958.46	1,234.81	1,282.34	3,475.61	1,380.64	4,332.68	3,146.34	8,859.66	1,517.94	2,015.16	3,916.06	7,449.16
	P/B 比	195.97	54.66	43.58	53.57	202.63	49.59	27.19	45.27	276.13	64.08	40.75	59.13	168.47	44.62	28.88	39.26

剑水蚤目卵、无节幼体、桡足幼体的年生产量分别为 1.341、6.003、3.881 克干重/平方米。哲水蚤目分别为 1.557、1.738、2.438 克干重/平方米。可见剑水蚤的无节幼体的生产量约为桡足幼体的 1.5 倍,而为卵的 4.5 倍;而哲水蚤的无节幼体却为桡足幼体的 0.7 倍,而较接近于卵的生产量。若剑水蚤及哲水蚤一起计算,则生产量以无节幼体较高(占整个发育阶段生产量的 45.65%),桡足幼体次之(占 37.26%),卵仍最低(占 17.09%)。

东湖 I、II 站剑水蚤的 P/B 比为 57.63,哲水蚤为 46.02。各发育阶段的 P/B 比以卵最高,无节幼体次之,而桡足幼体最低(表 4)。

(四) 主要种类的生物量、生产量及其 P/B 比

1980—1982, I、II 站上共观察到 5 种剑水蚤——广布中剑水蚤、近邻剑水蚤、透明温剑水蚤、台湾温剑水蚤及锯缘真剑水蚤; 5 种哲水蚤——球状许水蚤、特异荡镖水蚤、右突新镖水蚤、中华原镖水蚤及汤匙华哲水蚤。从各种类所占总生物量及生产量中的百分比值来看,以广布中剑水蚤居首位,其次为球状许水蚤、近邻剑水蚤及特异荡镖水蚤(表 5)。上述 4 种桡足类共占东湖桡足类总生物量或总生产量 90% 左右,是东湖的主要种类,现分

表 5 东湖桡足类的种类组成及其在总生物量及总生产量中所占的百分比(%)

Tab. 5 The species composition and their percentage in total biomass and total production

站 别	年 份	项目	广布中 剑水蚤 M. <i>leuckarti</i>	球状许水蚤 <i>S. forbesi</i>	近邻剑水 蚤 C. <i>vicinus vicinus</i>	特异荡镖 水蚤 N. incon- <i>gruens</i>	汤匙华哲 水蚤 S. dorrii	右突新镖 水蚤 N. schm- <i>ackeria</i> 中华原镖 水蚤 E. <i>sinensis</i>	透明温剑 水蚤 T. <i>hyalinus</i> 台湾温剑 水蚤 T. taih- <i>okuensis</i>	锯缘真剑 水蚤 E. <i>sinensis</i>
I 站	1980	总生物量	28.84	24.08	22.48	15.08	2.72	2.29	4.48	0.03
		总生产量	39.46	28.87	10.98	9.88	1.03	2.42	7.34	0.02
	1981	总生物量	44.92	5.46	29.68	10.86	1.94	6.51	0.58	0.05
		总生产量	69.46	5.69	10.01	5.90	0.45	7.65	0.82	0.02
	1982	总生物量	29.06	17.32	25.64	13.22	7.08	5.47	2.16	0.05
		总生产量	45.84	20.71	11.68	9.49	1.64	7.17	3.43	0.04
II 站	1980	总生物量	28.49	26.32	13.35	23.09	3.41	1.93	3.40	0.01
		总生产量	40.99	29.12	5.58	14.61	1.46	2.36	5.87	0.01
	1981	总生物量	30.40	7.39	39.46	10.59	4.18	7.44	0.50	0.04
		总生产量	57.13	9.06	14.54	7.30	1.31	9.85	0.79	0.02
	1982	总生物量	28.56	15.11	14.33	24.76	10.05	5.96	1.22	0.01
		总生产量	46.02	17.35	6.47	17.33	3.02	7.98	1.82	0.01
平均		总生物量	31.71	15.94	24.16	16.26	4.90	4.94	2.06	0.03
		总生产量	49.82	18.47	9.88	10.75	1.49	6.23	3.34	0.02

表6 东湖主要桡足类平均生物量、生产量及 P/B 比

Tab. 6 Mean biomass, production, and P/B ratio for predominant species of Copepoda in Lake Donghu

种类	站别	季度	平均生物量(B) 毫克干重/平方米			生产量(P) 毫克干重/平方米			P/B 比		
			1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
广布中 剑水蚤 <i>M. leuckarti</i>	I	春	5.87	22.43	27.43	109.74	339.51	456.32	18.70	15.14	16.64
		夏	84.41	443.07	116.34	1,798.97	12,037.52	2,727.82	21.31	27.17	23.45
		秋	94.93	162.06	62.80	1,346.14	3006.14	897.97	14.18	18.55	14.30
		冬	1.00	0.05	0.55	6.20	0.18	2.29	6.20	3.60	4.16
	II	春	17.21	42.2	28.69	275.66	595.86	449.12	16.02	14.12	15.65
		夏	127.71	487.67	196.77	2,760.70	13,434.54	4,492.70	21.62	27.55	22.83
		秋	171.71	221.32	160.65	2,937.80	3,947.18	2,555.94	17.11	17.83	15.91
		冬	5.13	2.57	1.77	27.28	10.64	7.66	5.32	4.14	4.33
		年平均	63.50	172.67	74.38						
		全年				4,631.25	16,685.79	5,794.91	72.93	96.63	77.91
球状许 水蚤 <i>S. forbesi</i>	I	春	16.67	12.66	6.81	292.76	190.10	100.69	17.56	15.02	14.79
		夏	58.21	24.90	27.01	1,097.38	590.82	574.65	18.85	23.73	21.28
		秋	78.36	38.32	89.22	983.64	477.83	1,168.44	12.55	12.47	13.10
		冬	2.27	0.38	0.37	12.06	1.55	1.55	5.31	4.08	4.19
	II	春	25.44	18.53	6.00	435.30	250.36	68.16	17.11	13.51	11.36
		夏	54.24	54.00	37.28	1,162.42	1,353.16	892.56	21.43	25.06	23.94
		秋	214.99	105.92	155.84	2,651.34	1,237.26	1,852.36	12.33	11.68	11.89
		冬	2.56	4.69	6.08	13.64	12.22	17.06	5.33	2.61	2.81
		年平均	56.60	32.43	41.08						
		全年				3,324.27	2,056.65	2,337.74	58.73	63.42	56.91
近邻剑 水蚤 <i>C. vicinus</i> <i>vicinus</i>	I	春	52.73	76.42	38.15	379.73	797.50	334.98	7.20	10.44	8.78
		夏	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		秋	20.5	29.84	20.71	248.58	227.75	161.75	12.13	7.63	7.81
		冬	71.95	308.43	123.89	279.55	1,191.12	543.80	3.89	3.86	4.39
	II	春	75.81	110.19	27.35	480.54	1221.0	236.94	6.34	11.08	8.66
		夏	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		秋	13.36	27.85	10.80	122.94	207.80	84.94	9.20	7.46	7.86
		冬	61.60	840.0	156.56	213.26	3,148.78	734.18	3.46	3.75	4.69
		年平均	36.99	174.10	47.18						
		全年				862.30	3,396.98	1,048.30	23.31	19.51	22.22
特异荡 镖水蚤 <i>N. incongruens</i>	I	春	93.52	129.62	83.02	805.86	1,232.16	806.29	8.62	9.51	9.71
		夏	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		秋	—	2.17	0.03	—	8.40	0.30	—	3.87	10.0
		冬	3.87	19.9	11.21	11.14	65.72	38.85	2.88	3.30	3.47
	II	春	248.0	191.31	244.96	2,090.20	2,053.80	2,506.66	8.43	10.74	10.23
		夏	—	0.01	—	—	0.24	—	—	24.00	—
		秋	0.15	6.52	0.09	1.50	34.84	0.90	10.00	5.34	10.00
		冬	12.64	64.57	91.31	46.66	208.92	318.84	3.69	3.24	3.49
		年平均	44.77	51.76	53.83						
		全年				1,477.68	1,802.04	1,835.92	33.01	34.82	34.11

述如下:

1. 广布中剑水蚤 广布中剑水蚤无论是生物量、生产量及 P/B 比均有显著的季节变动,其中以夏季最高,秋季次之,再次为春季,冬季最低。夏、秋两季的生物量及生产量占全年的 93.77% 及 95.79% (表 6)。

1980—1982, I、II 站广布中剑水蚤的年平均生物量及年生产量依次为 103.52 毫克干重/平方米及 9.037 克干重/平方米,占全部桡足类的 31.71% 及 49.82%。年 P/B 比平均为 82.49 (表 5, 6)。

2. 球状许水蚤 球状许水蚤的生物量、生产量同样有显著的季节变动。以秋季最高、夏季次之,其次为春季,冬季最低。夏、秋两季的生物量及生产量占全年的 90.24% 及 90.96%。

1980—1982, I、II 站球状许水蚤年平均生物量及年生产量分别为 43.37 毫克干重/平方米及 2.573 克干重/平方米,占全部桡足类的 15.94% 及 18.47%。年 P/B 比平均为 59.69 (表 5, 6)。

3. 近邻剑水蚤 近邻剑水蚤的生物量及生产量以冬季最高,春季次之,秋季再次。种群在夏季水层中消失。冬、春两季的生物量及生产量占全年的 94.04% 及 90.07% (表 6)。

1980—1982, I、II 站近邻剑水蚤年平均生物量及年生产量依次为 86.09 毫克干重/平方米及 1.769 克干重/平方米,占全部桡足类的 24.16% 及 9.88%。年 P/B 比平均为 21.68 (表 5, 6)。

4. 特异荡镖水蚤 特异荡镖水蚤的生物量及生产量以春季最高,冬季次之,秋季最低。种群在夏季水层中未发现。春季种群的生物量及生产量占全年的 82.34% 及 92.80% (表 6)。

三周年内 I、II 站特异荡镖水蚤的年平均生物量及年生产量分别为 50.12 毫克干重/平方米及 1.705 克干重/平方米,占全部桡足类的 16.26% 及 10.75%。年 P/B 比平均为 33.98 (表 5, 6)。

表 7 列出 1980—1982 I、II 站东湖其余 6 种桡足类——右突新镖水蚤、中华原镖水蚤、汤匙华哲水蚤、台湾温剑水蚤、透明温剑水蚤及锯缘真剑水蚤的生物量、生产量及其 P/B 比。上述 6 种桡足类的年平均生物量及年生产量总计为 38.66 毫克干重/平方米及 1.874 克干重/平方米,占全部桡足类的 12.01% 及 11.05%,是东湖的次要种类(表 5, 7)。

Vijverberg (1982) 研究 Tjeukemeer 湖的广布中剑水蚤 (*M. leuckarti*) 的年 P/B 比为 53.5—59.1^[11],较我们的结果约低 30%。Waters (1977) 提到年 P/B 比与水温有密切的关系,且随水温的升高而增高^[12]。在广布中剑水蚤大量繁殖的 7—8 月间, Tjeukemeer 湖最高水温为 23—24℃,而武汉东湖为 29.8±1.7℃,较之 Tjeukemeer 湖为高。水温升高,幼体发育时间缩短,生产量相对增高, P/B 比也相对增高。

东湖桡足类年 P/B 比平均为 52.55,较其他文献记载为高^[8,12]。这可能与湖泊所处的地理位置、水域类型、水温、营养及种类组成等有关。东湖地处北亚热带,夏季水温在 30℃ 左右,最高达 34℃,在此期间出现的种类除广布中剑水蚤外,还有透明温剑水蚤、台湾温剑水蚤、右突新镖水蚤、中华原镖水蚤及球状许水蚤,占东湖桡足类总种数的 60%。

表7 东湖其他6种桡足类年平均生物量, 年生产量及 P/B 比

Tab. 7 Annual average biomass, annual production, and P/B ratio for other 6 species of Copepoda in Lake Donghu

站别	种 类	年平均生物量 (B) 毫克干重/平方米			年生产量 (P) 毫克干重/平方米						P/B 比		
		1980	1981	1982	1980		1981		1982		1980	1981	1982
					全年 生产量	7-10 月 所占百分 比	全年 生产量	7-10 月 所占百分 比	全年 生产量	7-10 月 所占百分 比			
I 站	右突新镖水蚤 <i>N. schmackeria</i>	3.70	22.74	9.74	200.27	90.80	1,694.73	98.03	638.55	90.87	54.13	74.53	65.56
	中华原镖水蚤 <i>E. sinensis</i>												
	台湾温剑水蚤 <i>T. taihokuensis</i>	7.24	2.04	3.86	606.23	86.38	181.57	75.89	305.24	80.65	83.73	99.00	79.08
	透明温剑水蚤 <i>T. hyalinus</i>												
	汤匙华哲水蚤 <i>S. dorrii</i>	4.38	6.78	12.62	84.75	—	100.5	—	146.29	—	19.35	14.82	11.59
	锯缘真剑水蚤 <i>E. serrulatus</i>	0.05	0.18	0.09	1.59	—	3.20	—	3.48	—	31.80	17.78	38.67
	右突新镖水蚤 <i>N. schmackeria</i>	5.46	46.08	20.25	345.08	90.38	3,103.06	97.45	1,299.86	88.83	63.20	67.34	64.19
	中华原镖水蚤 <i>E. sinensis</i>												
	台湾温剑水蚤 <i>T. taihokuensis</i>	9.59	3.10	4.14	859.9	92.87	247.8	76.84	296.26	86.94	89.66	79.93	71.56
	透明温剑水蚤 <i>T. hyalinus</i>												
II 站	汤匙华哲水蚤 <i>S. dorrii</i>	9.63	25.88	34.12	214.46	—	411.46	—	492.76	—	22.27	15.90	14.44
	锯缘真剑水蚤 <i>E. serrulatus</i>	0.02	0.22	0.04	0.48	—	5.04	—	1.92	—	24.00	22.91	48.00

加之近几年来随着东湖富营养化程度加速,水质转肥,为浮游动物的生长和繁殖提供了良好的食料基础。这些有利的因素,大概是促成东湖桡足类 P/B 比较高的主要原因之一。

本文只报道东湖水层中桡足类的生物量及生产量,而不包括湖底淤泥内及湖底淤泥表层的桡足类的生物量及生产量。有关这方面的问题,尚待以后进行研究。

参 考 文 献

- [1] 陈受忠, 1965. 武昌东湖桡足类数量的周年资料。水生生物学集刊, 5(2): 202—219.
- [2] 黄祥飞等, 1984. 武汉东湖浮游动物数量和生物量变动的研究。水生生物学集刊, 8(3): 349—352.
- [3] 黄祥飞等, 1984. 武汉东湖透明溞和隆线溞一亚种种群变动和生产量。水生生物学集刊, 8(4): 405—417.
- [4] 陈雪梅, 1981. 淡水桡足类生物量的测算。水生生物学集刊, 7(3): 397—408.
- [5] 陈雪梅, 1984. 温度对武汉东湖近邻剑水蚤发育及繁殖的影响。水生生物学集刊, 8(4): 419—426.
- [6] Burgis, M. J., 1971. The ecology and production of copepods, particularly *Thermocyclops hyalinus*, in the tropical Lake George, Uganda. *Freshwat. Biol.*, 1: 169—192.
- [7] Fryer, G., 1957. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *Journal of Animal Ecology*, 26(2): 263—286.
- [8] Pederson, G. L., 1976. Plankton secondary productivity and biomass: their relation to lake trophic state. *Hydrobiologia*, 50(2): 129—144.
- [9] Rashid, A. K., 1981. The population and production ecology of the cyclopoid copepod, *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in a small pond. *Bull. Zool. Surv. India*, 4(1): 47—55.
- [10] Vijverberg, J., 1980. Effect of temperature in laboratory studies on development and growth of Cladocera and Copepoda from Tjeukemeer, The Netherlands. *Freshwat. Biol.*, 10(4): 317—340.
- [11] Vijverberg, J. and A. F. Richter, 1982. Population dynamics and production of *Acanthocyclops robustus* (Sars) and *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in Tjeukemeer. *Hydrobiologia*, 95: 261—274.
- [12] Waters, T. F., 1977. Secondary production in inland waters. *Adv. Ecol. Res.*, 10: 91—163.
- [13] Winberg, G. G., 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water. IBP Handbook No. 17, Chapt. 7, pp. 296—317.

A PRELIMINARY STUDY ON BIOMASS AND PRODUCTION OF COPEPODA IN LAKE DONGHU, WUHAN

Chen Xuemei

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

This paper reports the results of investigations on biomass and production of 5 species of Cyclopids, 5 species of Calanoids at the two sampling stations in Lake Donghu, Wuhan, during 1980—1982. The total annual average biomass of Copepoda was 321.74 mg dry wt. m^{-2} , among which Cyclopoida was 194.7 mg dry wt. m^{-2} and Calanoida was 127.04 mg dry wt. m^{-2} , being 60.51% and 39.49% of the total, respectively. The total annual production for Copepoda was 16.959 g dry wt. m^{-2} , among which Cyclopoida was 11.225 g dry wt. m^{-2} , and Calanoida was 5.734 g dry wt. m^{-2} , contributing 66.19% and 33.81% to the total respectively. the annual P/B ratio of Copepoda was relatively high, reaching 52.55.

M. leuckarti ranked first in the biomass and production, being 31.71% of the total annual average biomass and 49.82% of the total annual production for Copepoda, and it was followed by *S. forbesi*, *C. vicinus vicinus* and *N. incongruens* in turn. The proportion of the total production contributed by the various development stages was also determined, and nauplius was found to be more important, on average, contributing 45.65% of the total.

Key words. Biomass, production, P/B ratio, Copepoda.