

武汉东湖透明溞和隆线溞一亚种的 种群变动和生产量*

黄祥飞 胡春英

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文报道了1980—1982年东湖二种优势枝角类：透明溞(*Daphnia hyalina*)和隆线溞一亚种(*Daphnia carinata* ssp.)的种群变动和生产量的研究结果。分析了影响种群变动和生产量的生态因子。尽管这二种枝角类在一年中有一段共存时间,但高峰期从来是错开的。一般来说,透明溞的高峰期出现在春季或冬季;而隆线溞一亚种则出现在夏季或秋季。以代表敞水区的II站来说,1980—1982年透明溞的种群密度的年平均值为28.43(17.59—38.50)个/升;隆线溞一亚种为4.64(3.79—5.31)个/升。

种群的瞬时出生率(b);通常大于瞬时增长率(r);瞬时死亡率(d)与 b 的季节变动在大多数情况下是一致的。

透明溞的年平均生物量为0.218(0.163—0.315)毫克干重/升,生产量为9.181(4.877—13.428)毫克干重/升·年,P/B系数为42.38(27.76—56.70)。隆线溞一亚种的年平均生物量为0.046(0.039—0.060)毫克干重/升,生产量为3.417(2.752—3.829)毫克干重/升·年,P/B系数为77.04(61.24—99.74)。

武汉东湖(东经114°23′,北纬30°33′)是长江中下游的一个中型浅水湖泊,流域的集水面积为187平方公里。年平均水温17℃以上,呈单峰型,最高水温在7、8月,可达34℃,最低在1—2月约2℃左右。

有关东湖的湖沼学及渔业增产的综合经验刘建康等已作过许多报道^[1]。七十年代后期,东湖的研究重点转向生态系统,生物生产力的研究是其中的一项重要内容。通过生产力的测算可比较各营养级之内或之间的生态效率,比较不同种群的能流大小,为建立生态系的数学模型和水体的开发、利用提供依据。

溞属的种类是研究次级生产的理想种群,它们不但带卵,而且生产力也较高,使之便于分析环境因素的影响。所以对它们的研究较为详尽^[8,9,13,15]。

本文是根据有关个实验态学的研究^[4,5],结合野外种群参数对这二种溞的种群变动和生产量进行研究的结果。

* 本文中浮游植物叶绿素数据由王建同志提供,插图由郑英同志代为复墨谨此致谢。
编辑部收稿件到日期:1983年6月5日。

工 作 方 法

1. 取样 东湖设有2个长期采样站。II站位于湖中心,水深3.8米—4.6米,湖面开阔是东湖的主体部分,环境较为稳定;I站位于西部湖湾,水深1.7—2.6米,有大量生活污水流入,水质肥沃。此外,还设有3个临时采样站(图1)。以容量为2.5升的有机玻璃半自动采水器,每7—10天(1980、1982年冬季为15天)取样一次。采样水层:II站为0.00, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00米;I站为0.00, 1.00, 2.00米。II站采水量为25升,I站为15升。所采之水用25号浮游生物网(孔径为64微米)过滤后以4%福尔马林固定。为防止卵的损失,在4%福尔马林溶液中加入4%蔗糖。在夏季“水华”严重季节,所采的样品加入Eosin-Y染色以便于计数。

2. 计数 全部计数,并测量样品中的怀卵个体数、每窝的卵数及体长。随机取样测定50—100个个体的体长(不计头冠长度)。不论孵育囊中的卵发育至何阶段均作卵计。

3. 生物量的测算 根据体长-干重回归方程式^[4]:

$$\text{透明蚤:} \quad W = 4.504L^{2.5257}$$

$$\text{隆线蚤一亚种:} \quad W = 4.4695L^{2.9619}$$

$$L \text{ 毫米; } W \text{ 微克干重}$$

4. 不同发育阶段发育时间的测定 根据实验室恒温条件下,获得的不同培养温度下各阶段的发育时间,并用统计方法获得任一温度下各阶段的发育时间^[5]。

5. 种群的瞬时出生率、死亡率和增长率的计算方法 根据 Edmondson (1974)^[6]提出的计算方法:有限出生率(The finite birth rate)

$$B = \frac{E}{D, N_0}$$

瞬时出生率 (The instantaneous birth rate)

$$b = \ln(1 + B)$$

瞬时增长率 (The population instantaneous growth rate)

$$r = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

瞬时死亡率 (The instantaneous death rate)

$$d = b - r$$

E 种群中的卵数(个/升); D 卵的发育时间(天); N_0 开始时的种群密度(个/升); N_t t 时的种群密度(个/升); t 取样时间间隔(天)。

6. 生产量的估算 本文根据累计总增长的方法,应用 Edmondson & Winberg (1971)^[7]提出的公式:

$$P = \frac{N_e \Delta W_e}{T_e} + \frac{N_j \Delta W_j}{T_j} + \frac{N_a \Delta W_a}{T_a}$$

P 每天的生产量(微克干重/升·天); N_e, N_j, N_a 卵、幼体、成体的数量(个/升) $\Delta W_e, \Delta W_j, \Delta W_a$: 卵、幼体、成体各阶段的增重(微克干重/个)。 T_e, T_j, T_a 卵、幼体、成体发育时间(天)

累计生产量

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

P 为 $t - t_n$ 时期内累计生产量。

结 果

1. 种群密度 透明溞是东湖种群密度最大的枝角类，主要出现于冬春季；隆线溞一亚种则主要出现于夏秋季，它们相互交替，井然有序。虽在一年中有一段共存时间，但高峰期，它们从来是错开的。纵观三年来 I, II 站透明溞的变动规律：春季最高，冬季次之，秋季再次，夏季最少(图 1)。以较为典型的 II 站来说，一年中的密度高峰一般出现在 3—5 月，如 1980 年 5 月 13 日为 136.76 个/升；1981 年的 3 月 16 日达 147 个/升；1982 年 4 月 23 日高达 168.96 个/升。夏季种群密度很低，1981 年为 1.03 个/升，1982 年为 2.64 个/升。1980 年夏季水温偏低，上升为 14.30 个/升，但仍为一年中种群密度最低的季节。若以各年的平均值来说，I, II 站均以 1980 年为最高，分别达 28.90、38.50 个/升；1981、1982 二年却又比较接近。

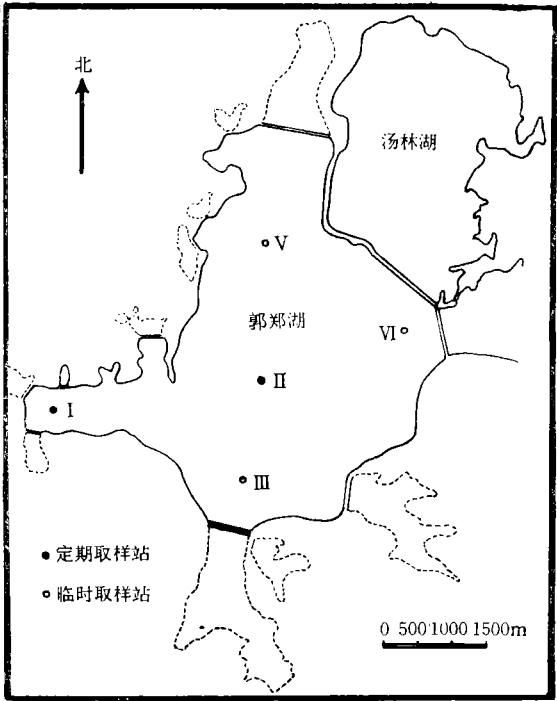


图 1 东湖浮游动物取样站的分布

Fig. 1 The distribution of the sampling stations in the Donghu Lake.

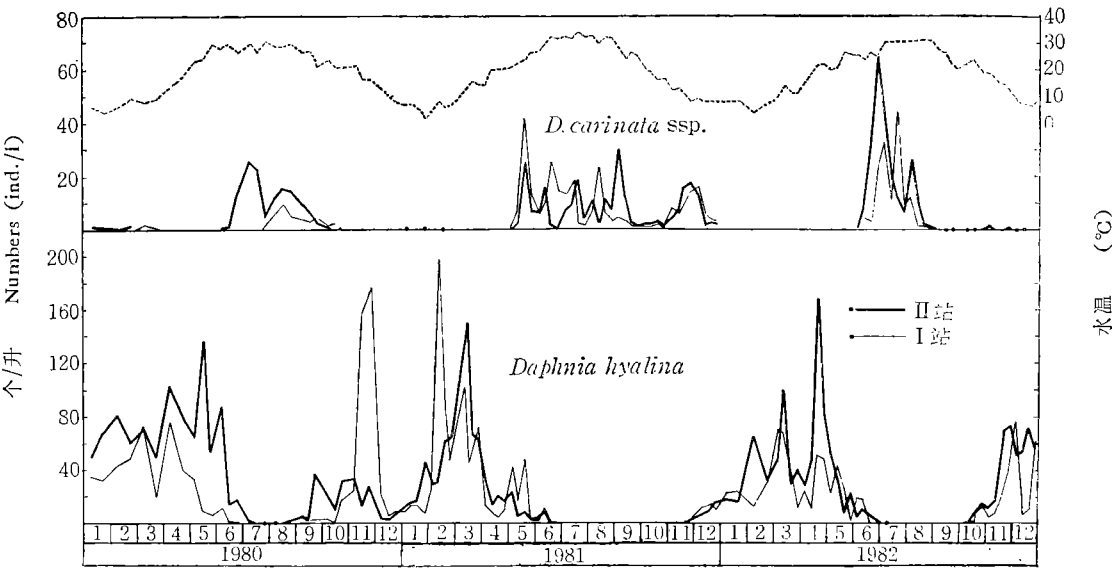


图 2 东湖透明溞和隆线溞一亚种群密度以及水温的季节变动

Fig. 2 Seasonal variation of population densities (ind./l) for *D. hyalina*, *D. carinata* ssp. and water temperature (°C) in Donghu Lake

隆线溞一亚种虽是东湖的优势枝角类,但就其丰度来说,远低于透明溞。通常,II站夏季的种群密度要高于秋季。1980年7月5日和14日分别为26.84和23.60个/升;1982年6月30、7月7日分别为65.28和41.44个/升,而1981年却出现在5月29日和9月7日分别为26.84和30.48个/升(图2)。就三年平均值来说,1981年较高(5.31个/升),1980年较低(3.79个/升)三年平均为4.64个/升。

从1980年3月29日至1981年3月29日每隔10天分层取样,分层计数结果表明:透明溞在各水层中的分布因季节而异,但就全年来说,各水层的平均密度却极相近似(表1)。

2. 种群出生率、死亡率和增长率 瞬时出生率(*b*): *b*值实际上代表了在没有死亡率

表 1 透明溞种群密度垂直分布的季节变动(1980.3.29—1981.3.29)

Table 1 Seasonal variation of the vertical distribution for *D. hyalina* (1980. 3. 29-1981. 3. 29). The figures indicate ind./l.

季 节 种群密度(个/升) 水层(米)	春 (3—5)	夏 (6—8)	秋 (9—11)	冬 (12—2)	年 平 均
0.00	99.44	2.04	44.62	17.66	40.94
1.00	107.21	9.55	20.20	23.07	40.01
2.00	121.42	6.22	14.09	22.49	41.06
3.00	107.74	7.13	12.04	27.63	38.64
4.00	107.17	6.09	10.82	28.63	38.18

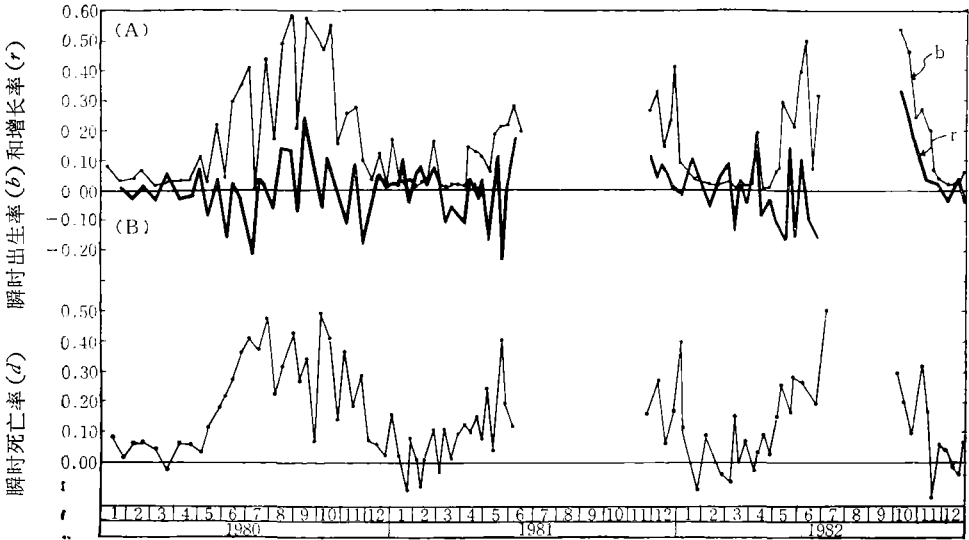


图 3 II 站透明溞种群瞬时出生率 (b)、增长率(r)和死亡率(d)的季节变动
Fig. 3 (A) Seasonal variation in the instantaneous birth rate (b) and growth rate (r).
(B) death rate (d) for *Daphnia hyalina* at station II.

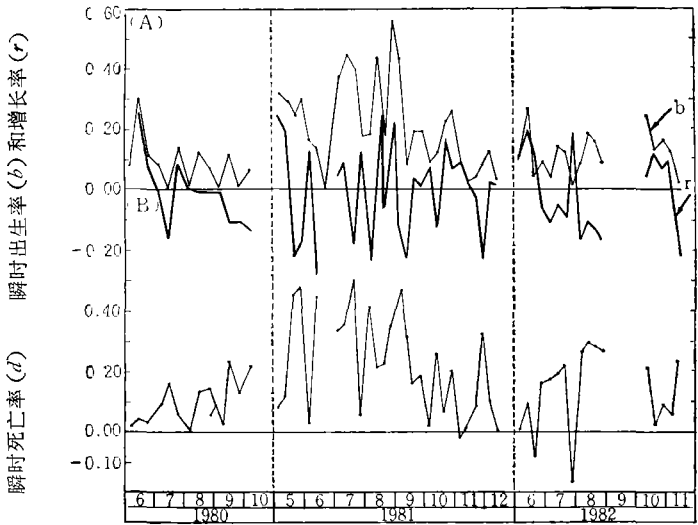


图 4 II 站隆线溞一亚种群瞬时出生率 (b)、增长率(r)和死亡率(d)的季节变动
Fig. 4 (A) Seasonal variation in the instantaneous birth rate (b) and growth rate (r).
(B) death rate (d) for *Daphnia carinata* ssp. at station II.

的理想条件下潜在增长率(Potential growth rate)透明溞的 b 值冬季一般低于 0.10, 4 月份后逐渐增加,5、6 月份一般超过 0.30, 最高可达 0.518(1981 年 5 月 28 日)。1980 年 II 站透明溞的 b 值季节变动最为特殊,它在 1—4 月低于 0.10, 符合一起规律,5—10 月 b 值时起

时落,但总的趋势还是增加,8月26日达0.591,9月15日为0.578。我们分析这与当年夏季水温偏低有关。

隆线蚤一亚种出现于夏秋季节,而这时正值蓝藻“水华”和鱼摄食旺盛季节,对 b 值影响颇大,因此与透明蚤相比, b 值缺乏规律性。如II站,1980年5月初开始出现一些怀卵个体,虽种群密度很低,但出生率高达0.300,以后虽有些下降,但维持在0.10左右。1981年 b 值在5月初就高达0.312,6月底却下降为0,但七月一直维持在较高水平。1982年 b 值较1981年要低,难于理解的是9月份 b 值为0,而10月15日 b 值突然达到0.247,接着下降,至11月下旬为0。

种群的瞬时增长率(r): r 值的大小反映了自然界中种群实际增长速率(Actual growth rate)。从图3可以看出:1980年II站1—4月,透明蚤的 r 值虽有正有负,但总的来说为正,种群处于增长期,5月以后 r 值趋于负值,种群衰落;11月以后 r 又趋于正值,种群又处于增长。隆线蚤一亚种的 r 值不但变动频繁而且振幅也大(图4)。

种群的瞬时死亡率(d):从图3、4可以看出:透明蚤和隆线蚤一亚种 d 值的季节变动与 b 的变动较为一致, d 值的高峰紧接在 b 的高峰之后。如1980年1—4月II站透明蚤的 d 值变动于0.009—0.072之间,平均为0.048,5月起急剧增加至7月达到高峰($d = 0.466$);8、9月份略有下降至10月形成第二个高峰($d = 0.474$);紧接着又下降至1981年1—4月保持在较低的水平,至5月又形成高峰。

3. 生物量、生产量及P/B系数 生物量:透明蚤和隆线蚤一亚种的生物量与种群密度一样有明显的季节变化(图5—7)。

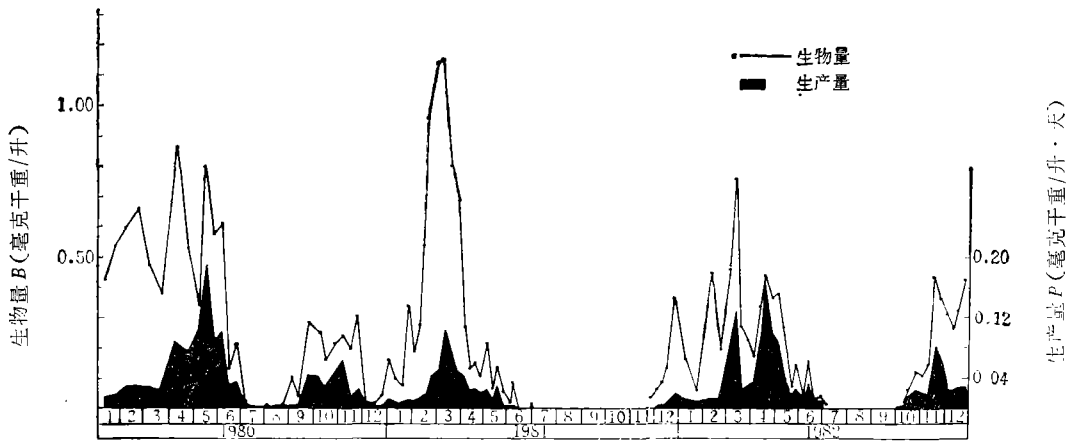


图5 II站透明蚤生物量(B)和日生产量(P)

Fig. 5 Biomass (B) and daily production (P) for *D. hyalina* at station II.

以II站为例,1980年1—5月生物量变动于0.375—0.853,平均为0.561毫克干重/升。夏季生物量很低,当水温超过30℃时(如1981、1982年)趋于0。随着水温的下降,透明蚤的生物量由低到高,但高峰一般出现在春季。1980年4月15日该种生物量为0.852毫克干重/升;1981年3月6日、16日,达到三年中最高值分别为1.130和1.147毫克干重/升。1982年3月16日虽仅为0.777毫克干重/升但仍为一年中最高值。隆线蚤一亚种

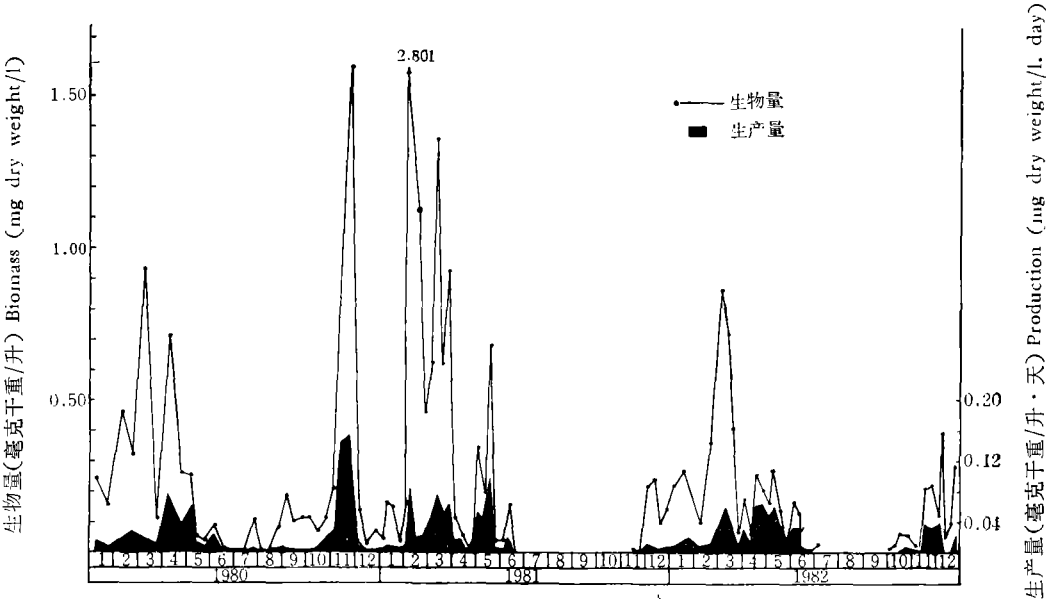


图 6 I 站透明溞的生物量(B) 和日生产量(P)
Fig. 6 Biomass (B) and daily production (P) for *D. hyalina* at station I.

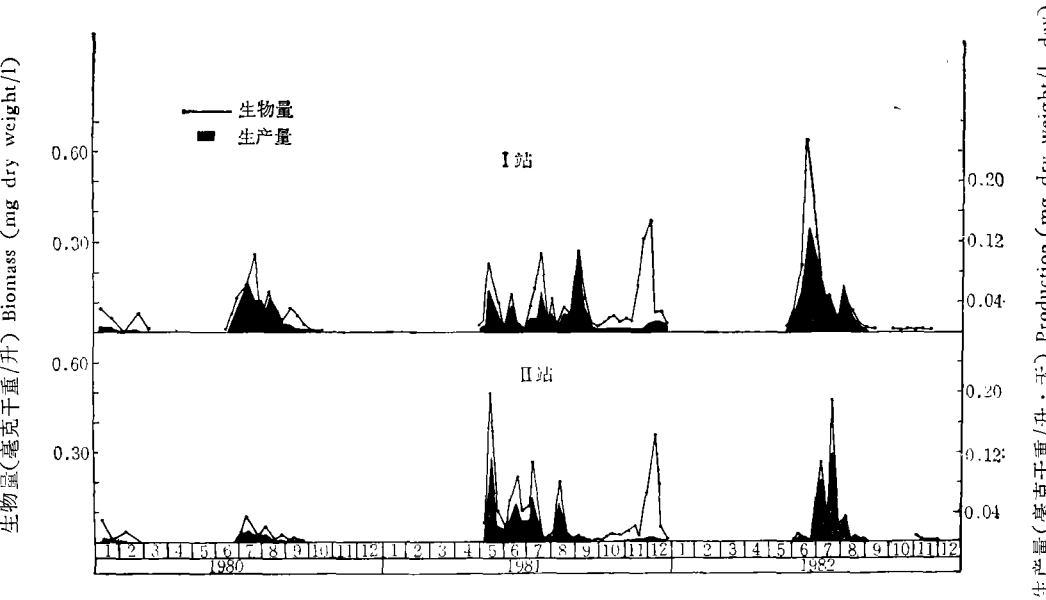


图 7 东湖隆线溞一亚种的生物量 (B) 和日生产量 (P)
Fig. 7 Biomass (B) and daily production (P) for *D. carinata* ssp. in Donghu Lake.

夏季的生物量占全年总量的 44.01—97.37%。

生产量：透明溞的生产量一般也是以春冬季较高，而隆线溞一亚种则以夏秋季为高（表 2, 3）。以 II 站为例，透明溞从 1 月起，产量逐日上升，至春季达到高峰。1980 年 5 月 13 日生产量高达 199.22 微克干重/升·天。6 月开始下降，7、8 月的日产量趋于 0，秋末产量开始回升，冬季生产量也较高。隆线溞一亚种与此相反，1980 年 1—5 月底日生产量

表 2 东湖透明蚤月平均生物量、累计生产量和 P/B 系数(1980—1982)(单位: 微克干重/升)
Table 2 Monthly and annual biomass, production and P/B ratio data for *D.hyalina* in Donghu Lake. Biomass is expressed as μg dry weight/l.

月份	I 站										II 站																			
	平均生物量 (\bar{B})					累计生产量 (ΣP)					P/B 系 数					平均生物量 (B)					累计生产量 (ΣP)					P/B 系数				
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982			
1	198.78	86.79	244.48	358.67	140.98	467.64	1.80	1.62	1.91	487.61	166.07	97.21	540.80	228.87	288.77	1.11	1.38	2.97												
2	391.46	1139.90	228.65	647.36	976.85	139.28	1.65	0.86	0.61	629.99	485.65	321.13	922.32	569.03	350.40	1.46	1.17	1.09												
3	519.82	878.94	512.32	552.58	1794.36	1063.08	1.06	2.04	2.08	422.88	936.92	434.68	834.69	2164.11	1260.47	1.97	2.31	2.90												
4	482.65	57.81	174.47	1760.40	348.31	1364.93	3.65	6.02	7.82	691.44	164.89	329.97	2428.95	937.28	2999.86	3.51	5.68	9.09												
5	119.48	311.34	144.36	978.05	1396.63	1122.89	8.19	4.99	7.78	567.90	118.58	215.19	3944.30	534.05	1430.20	6.95	4.50	6.65												
6	32.50	96.83	73.82	254.30	201.01	562.73	7.83	2.08	7.62	318.48	29.97	72.01	1602.10	140.18	471.90	5.03	4.68	6.55												
7	4.23	—	22.57	37.61	—	22.53	8.89	—	1.00	9.91	—	—	86.89	—	49.81	8.77	—	2.00												
8	2.92	—	—	23.98	—	—	8.21	—	—	9.52	—	—	63.75	—	—	6.70	—	—												
9	14.33	—	—	81.20	—	—	5.67	—	—	145.79	—	—	606.10	—	—	4.16	—	—												
10	46.23	—	71.85	300.00	—	131.80	6.49	—	1.83	211.16	—	67.72	1249.16	—	267.65	5.92	—	3.95												
11	953.94	12.73	128.48	3401.60	12.66	632.56	3.57	1.00	4.92	247.76	40.30	265.35	1079.70	11.41	1301.00	4.36	0.28	4.90												
12	85.58	174.14	202.37	261.74	303.41	595.29	3.06	1.74	2.94	33.65	166.17	127.34	69.62	292.49	819.33	2.07	1.76	6.43												
	237.66	229.87	150.28	8657.49	5174.21	6102.73	36.43	22.51	40.61	314.67	175.71	162.96	13428.38	4877.42	9239.39	42.68	27.76	56.70												

表 3 东湖隆线溞—亚种月平均生物量, 累计生产量和 P/B 系数 (生物量单位: 微克干重/升)

Table 3 Monthly and annual biomass, production and P/B ratio data for *D. carinata* ssp. in Donghu Lake. Biomass is expressed as μg dry weight/l.

月份	站											
	I						II					
	平均生物量 (B)			累计生产量 (Σp)			平均生物量 (\bar{B})			累计生产量 (Σp)		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
1	46.95	—	—	18.76	—	—	61.69	—	—	13.80	—	—
2	20.57	—	—	6.58	—	—	33.81	—	—	10.08	—	—
3	0.11	—	—	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	172.14	—	—	—	—	—	96.44	—	—	—	—
6	—	131.44	14.52	—	—	—	38.70	38.92	235.32	266.00	621.09	6.62
7	52.60	106.53	214.12	446.60	714.18	1971.07	150.38	129.29	154.08	1193.70	708.66	9.47
8	30.61	74.81	28.06	256.89	632.87	312.26	124.77	65.10	58.92	957.07	572.26	12.40
9	8.41	15.21	0.59	61.1	160.21	4.96	57.31	105.90	1.95	291.80	949.96	7.54
10	0.89	15.95	3.97	4.34	75.87	9.14	4.16	27.10	4.57	19.74	118.19	6.45
11	1.20	81.11	3.20	2.70	173.94	28.05	—	133.91	5.64	—	256.36	6.53
12	—	153.60	—	—	147.95	—	—	122.57	—	—	109.21	2.62
	13.45	62.57	22.04	797.28	3900.53	2468.89	39.24	59.94	38.37	2752.19	3670.76	99.74

为0, 6月起逐日增加, 7月5日达到 17.72 微克干重/升·天, 兹后开始下降, 至冬季趋于0。表4列出了这二种溞生产量季节分布的相对百分数。透明溞春季的生产量大致占全年总生产量的50%以上, 夏季不足10%; 隆线溞一亚种在夏季的生产量占总产量的75%以上, 而春季不足10%。

表4 透明溞和隆线溞一亚种生产量季节分布

Table 4 Seasonal distribution of production for *D. hyalina* and *D. carinata* ssp. in Donghu Lake

	透 明 溞				隆线溞一亚种			
	I 站		II 站		I 站		II 站	
	变动范围(%)	平均(%)	变动范围(%)	平均(%)	变动范围(%)	平均(%)	变动范围(%)	平均(%)
春	38.01—58.19	54.87	53.68—74.54	63.26	0.00—28.64	9.56	0.00—16.92	5.64
夏	3.65—9.59	5.71	2.87—13.05	7.18	57.06—98.29	81.20	44.02—97.84	76.55
秋	0.25—43.69	18.82	0.36—21.85	13.07	1.71—8.55	6.92	2.16—36.08	16.52
冬	14.64—27.47	20.60	11.41—22.36	16.50	0.00—3.18	2.32	0.00—6.98	1.29

P/B系数: P/B系数与温度一样, 呈单峰型。大体上说, 在适温范围内, 温度愈高, P/B系数愈大。1980年II站透明溞P/B系数的季节变动最为典型。1—3月, 水温常在10℃以下, P/B系数在2以下, 随着水温的升高, P/B系数亦趋于增加至7月达到8.77; 尔后, 随着水温的下降, P/B系数也日益降低, 至12月降至2.07。

隆线溞一亚种主要在夏秋季节, 无疑, 它的P/B系数较透明溞要高。从三年平均值来看, II站透明溞的P/B系数为42.38; 而隆线溞一亚种为70.04。

讨 论

1. 东湖和其他水体溞属种类生产量的比较 测定浮游动物生产量的具体方法因种类而异, 即使同一种群测定的方法也有不同。可以说几乎每一研究者所用的方法都有些差别。Wright (1965) 由瞬时出生率获得周转率 (Turnover rate) 进而由现存量估算生产量。根据这个方法他测算了 Canyon Ferry 水库中盔形透明溞 (*Daphnia galeata mendotae*)* 在4—9月的平均日生产量为0.10克碳/米² (1克干重 = 0.44克碳)^[15]。George & Edwards (1974) 根据有限死亡率 (Finite death rate) *D* 获得周转时间 (*T*) 和周转百分率 (The percentage turnover) 再乘以生物量则获得生产量。他们应用这个方法测定了 Eglwys Nynydd 水库中透明溞 1970—1971 年的平均日生产量为0.043克碳/米²^[8]。Vijverberg & Richter (1982) 根据种群密度、年龄结构、产卵量、各个发育阶段在不同温度下的发育速度和水温等参数进行数学模拟。根据模拟 Tjeukemeer 湖透明溞 1969—1971 年的日平均生产量为0.007克碳/米², 僧帽溞 (*Daphnia cucullata*) 为0.0005克碳/米²^[13]。

* 盔形透明溞是透明溞的一个地方宗。

1980—1982年东湖 I 站透明溞的平均日生产量为 0.0162 克碳/米^2 *, 隆线溞一亚种为 0.0058 克碳/米^2 ; II 站透明溞为 0.050 克碳/米^2 , 隆线溞一亚种为 0.017 克碳/米^2 。可见, 东湖 II 站透明溞的生产量与 Eglwys Nynydd 水库中透明溞的生产量基本相同, 而仅为 Can-yon Ferry 水库中盔形透明溞生产量的 $1/2$ 。若与 Tjeukemeer 湖中透明溞的生产量相比则又高出许多倍。目前尚无隆线溞及其地方宗生产量的报道。东湖 I、II 站透明溞的 P/B 系数分别为 33.18 和 42.38, 高于 Eglwys Nynydd 水库中透明溞的 P/B 系数(=23), 但又低于 Tjeukemeer 湖中透明溞的 P/B 系数(=47)。东湖透明溞的 P/B 系数和波兰 Makolajskie 湖总枝角类的 P/B 系数(=31) 较为接近^[8,9,13]。隆线溞一亚种年平均 P/B 系数高达 77.04, 是我们所知的枝角类中最高值。P/B 系数高的原因主要是该种出现于夏秋季, 当时水温较高, 而 P/B 系数与温度呈函数关系^[10,11]; 其次, 隆线溞一亚种通常分布在 6—10 月, 如果按年度计算, 累计生产量则与分布月份多少无关, 但年平均生物量却缩了一半左右。所以如果按 6—10 月出现月份计数, 则 I 站 P/B 系数为 40, II 站为 38.46。

东湖地处北亚热带湿润季风气候区, 年平均水温在 17°C 以上, 有 4 个月高于 25°C (6—9 月), P/B 系数较温带及寒带地区要高是可以理解的。当然, 还有待进一步研究。

2. 温度对透明溞和隆线溞一亚种群变动和生产量的影响 作者通过实验室培养观察了不同温度对透明溞和隆线溞一亚种发育、生长的影响。从实验结果来看, 培养在 30°C 时的透明溞发育、生长已受影响, 不仅生殖量下降, 而且死亡率也高; 在 35°C 已完全不能正常发育、生长。隆线溞一亚种却不同, 30°C 时, 发育和生长良好, 累计产卵数高达 219.4, 内禀增长力(r_m) 高达 0.70; 在 35°C 时, 累计产卵数为 92.15, r_m 为 0.65。可见, 30°C 以上的水温对隆线溞一亚种尚为有利, 却不利于透明溞的生存。

蒋燮治(1965)指出: 水温在透明溞和隆线溞一亚种的世代交替中起着重要的作用^[2]。不过, 从目前来看, 这两种溞发生种群交替的临界温度不象过去那样仅限在 $16—19^\circ\text{C}$ 的范围内。

毫无疑问, 水温对这二种溞的种群变动和生产量起着重要的作用。

1980—1982 年东湖水温的季节变动颇为特殊。1980 年夏季降水频繁, 7、8 月份平均水温分别为 28.33°C 和 27.83°C , 最高水温仅为 30°C (7 月 25 日)。可是, 1981 年的夏季不但温度高, 而且持续时间长。6 月 15 日, 水温为 28°C , 6 月 22 日达 32°C 。7、8 月水温为 32.25 、 31.88°C , 最高温度达 34°C (7 月 22 日)。1982 年东湖的水温较为正常。由于年水温的异常变动给透明溞和隆线溞一亚种的种群生态带来很大的影响。1980 年夏季水温偏低(一般在 30°C 以下), 透明溞不但全年分布, 而且数量也高, 这在 II 站显得尤为明显。1980 年平均生物量为 0.315 毫克干重/升 , 生产量为 $13.428 \text{ 毫克干重/升} \cdot \text{年}$ 。1981 年夏季水温偏高(常超过 30°C) 使透明溞不能正常发育、生长, 种群基本消失。II 站透明溞年平均生物量为 0.176 毫克干重/升 , 生产量为 $4.877 \text{ 毫克干重/升} \cdot \text{年}$ 。

东湖透明溞和隆线溞一亚种, 长期共存, 相互制约, 对透明溞有利的生态因子必然对隆线溞一亚种产生压迫。1980 年夏季低温虽对透明溞的生长有利, 却使隆线溞一亚种受到压迫; 1981 年的夏季持续高温抑制了透明溞的发育、生长, 但有利于隆线溞的发展。野

* 为便于比较, 使用单位必须统一, 本文采用 $1 \text{ 克干重} = 0.9 \text{ 克无灰干重}$ (Waters, 1977)^[14] $1 \text{ 克干重} = 0.44 \text{ 克碳}$ (Wright, 1965)^[15]。

外观察和实验室培养结果基本吻合。

3. 水体富营养化对透明溞和隆线溞一亚种种群变动和生产量的影响 近20年来,特别是最近几年,东湖富营养化过程发展迅速,富营养化程度日益加强,尤其在夏秋季节藻类孳生,形成蓝藻“水华”,水质混浊发臭。大量的研究和我们的实验表明:蓝藻“水华”对溞有毒害和抑制作用。不但如此,由于蓝藻的过渡繁殖大大排斥了其他适于枝角类作为食物的藻类的生长和繁殖。所以, Hillbricht-Ilkowska's^[9] 认为初级生产和次级生产之间的转化效率随着富营养化的加剧而减少^[9]。

仍以II站为例,1981年冬春季叶绿素 a 的平均浓度为10.22微克/升,以甲藻、硅藻、绿藻为主;夏秋季节为24.78微克/升,以蓝藻为主。后者为前者的2.43倍。可是,透明溞和隆线溞一亚种在冬春季的总产量为5.456毫克干重/升;夏秋季为3.092毫克干重/升,后者仅为前者的57%。再就平面分布来说,1980年I站叶绿素 a 的平均浓度为29.56微克/升,II站为9.61微克/升,I站为II站的3倍。然而,I站这两种溞的总生产量为9.455毫克干重/升·年,II站为16.180毫克干重/升·年,II站为I站的1.71倍。

显然,以蓝藻“水华”为主要特征的水体富营养化,由于这些藻类太大而且往往以群体形式出现,所以不能被浮游动物直接利用,因此,降低了它们间的转化效率。

参 考 文 献

- [1] 刘建康,1980.东湖渔业增产试验综述.海洋与湖沼,11(2): 185—188。
- [2] 蒋燮治,1965.武昌东湖枝角类种类组成与数量变动的观察.水生生物学集刊,5(2): 220—237。
- [3] 蒋燮治,培南山,1979.中国动物志,节肢动物门,甲壳纲,淡水枝角类.56—68页.科学出版社。
- [4] 黄祥飞等,1980.武汉东湖透明溞和隆线溞一亚种体长-体重回归方程式.水生生物学集刊,7(3): 387—396。
- [5] 黄祥飞,1983.温度对透明溞和隆线溞一亚种发育、生长的影响.水生生物学集刊,8(2): 。
- [6] Edmondson, W. T., 1974. Secondary production. Mitt. Int. Verein. Limnol., 20: 229—272.
- [7] Edmondson, W. T. and G. G. Winberg, 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity on fresh waters. International Biological Programme, Handbook No. 17. 358 pp. Blackwell, Oxford.
- [8] George, D. G. and R. W. Edwards, 1974. Population dynamics and production of *Daphnia hyalina* in a eutrophic reservoir. Freshwat. Biol., 4(5): 445—465.
- [9] Hillbricht-Ilkowska, A., Gliwicz, Z. and I. Spodniewska, 1966. Zooplankton production and some trophic dependence in the pelagic zone of two Masurian lake. Verh. Internat. Verein. Limnol., 16: 432—440
- [10] Janick: A. J. and J. de Costa, 1977. The effect of temperature and age structure on P/B for *Bosmina longirostris* in a small impoundment. Hydrobiologia, 56(1): 11—16
- [11] Johnson, M. G. and R. O. Brinkhurst, 1971. Production of benthic macroinvertebrates of Bay of Quinte and lake Ontario. J. Fish. Res. Bd. Can., 28: 1699—1714.
- [12] Pederson, G. L., Welch, E. B. and A. H. Litt, 1976. Plankton secondary productivity and biomass: their relation to lake trophic states. Hydrobiologia, 50(1): 129—144.
- [13] Vijverberg, J. and A. F. Richter, 1982. Population dynamics and production of *Daphnia hyalina* Leydig and *Daphnia cucullata* Sars in Tieukemeer. Hydrobiologia, 95(29): 235—259.
- [14] Waters, T. E., 1977. Secondary production in inland waters. Adv. Ecol. Res., (10): 91—164
- [15] Wright, J. C., 1965. Population dynamics and production of *Daphnia* in Canyon Ferry Reservoir, Montana. Limnol. Oceanogr., 10(4): 583—590.

POPULATION DYNAMICS AND PRODUCTION OF *DAPHNIA HYALINA* AND *DAPHNIA CARINATA* SSP. IN DONGHU LAKE, WUHAN

Huang Xiangfei and Hu Chunying

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

This paper reports the results of estimations of population dynamics and production of *Daphnia hyalina* and *D. carinata* ssp. in lake Donghu in Wuhan carried out during 1980—1982. The ecological factors affecting the population dynamics and production of these two species are analyzed. *Daphnia hyalina* and *D. carinata* ssp. are considered to be the most dominant Cladocerans in the lake. The two species prevailed alternately. In general, the population density of *Daphnia hyalina* expressed as number of individuals/l shows a maximum in spring or winter. But, the occurrence of summer or autumn maximum was recorded for *D. carinata* ssp. On the basis of data in 1980—1982 at station II, the average annual abundance was 28.43 (17.59—38.50) ind./l for *D. hyalina* and 4.64 (3.79—5.31) ind./l for *D. carinata* ssp.

The instantaneous birth rate (b) was nearly always in greater than the instantaneous growth rate (r); the instantaneous death rate (d) in general paralleled changes in birth (b).

Similarly, the mean annual biomass of *Daphnia hyalina* was 0.218 (0.175—0.315) mg dry weight/l; 0.046 (0.039—0.060) mg dry weight/l for *D. carinata* ssp.

The average annual production of *Daphnia hyalina* was 9.181 (4.877—13.428) mg dry weight/l./year, 3.417 (2.752—3.829) mg dry weight/l./year for *D. carinata* ssp. The average annual P/B ratio was 42.38 (27.76—56.7) for *D. hyalina* and 77.04 (61.24—99.74) for *D. carinata* ssp..