

## 略论武汉东湖枝角类种类演替 及其与生态因子的关系

李纯厚\* 黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

### 提 要

本文报道了武汉东湖1980—1988年间枝角类的种类演替,并分析了种类演替与主要生态因子间的关系,同时还与他人的研究结果进行了比较。研究表明,二十年来,枝角类种类组成已趋于简单,并由六十年代的47种减少为八十年代的26种。优势种群也发生了较大的变化。虽然冬、春季节仍以透明溞(*Daphnia hyalina*)为第一优势种,但以往夏、秋季节的优势种群隆线溞一亚种(*Daphnia carinata* ssp.)规模却日趋减少,并趋于消失;而杂食性的短尾秀体溞(*Diaphanosoma brachyurum*)种群规模则不断变大,最终跃为东湖夏、秋季节枝角类的优势种群。即在夏、秋季节,优势种群已由专性植食性种演变为杂食性种。

在种类演替的同时,枝角类小型化现象也十分明显。其平均体长与时间的回归方程式分别为:

隆线溞一亚种:  $Y = 122.23 - 0.06107X$

透明溞:  $Y = 142.28 - 0.07117X$

短尾秀体溞:  $Y = 61.56 - 0.03067X$

渔业的强化,浮游植物的演替及水体富营养化的日趋严重导致了东湖枝角类的种类演替。同时,这也是引起枝角类小型化现象的主要生态因素。

**关键词** 种类演替,枝角类,生态因子

由于人类经济活动的影响,东湖富营养化日益严重,已成为急待解决的问题。饶钦止、章宗涉<sup>[1]</sup>以群落生态作为依据,总结了过去二十年内东湖两个代表性采样站上浮游植物的演变,即由五十年代的每毫升几百个增为70年代的几千个,并由甲藻和硅藻占优势逐渐转变为以蓝藻和绿藻占优势。

浮游植物的演变如此明显,作为与它密切相关的枝角类在这样的环境下有何变化值得研究。同时,通过对枝角类演替规律的研究,为探讨水体富营养化的机理及治理途径提供科学依据。

1989年11月4日收到。

\* 已调往中国水产科学研究院南海水产研究所工作。

## 工 作 方 法

设站、采样及计算方法与六十年代相同<sup>[3]</sup>。枝角类生物量的计算方法与 1984 年一致<sup>[6]</sup>。主要体长与体重回归方程如下<sup>[7,8]</sup>：

$$\text{透明蚤: } W = 4.2209L^{3.0188}$$

$$\text{隆线蚤一亚种: } W = 3.3481L^{2.9264}$$

$$\text{短尾秀体蚤: } W = 4.4279L^{2.0411}$$

$L$  为平均体长(mm),  $W$  为干重( $\mu\text{g}$ )。

## 枝角类的主要演变

### (一) 种类组成趋于简单

表 1 列举了东湖 60 年代和 80 年代枝角类的种类的季节变化。从表中可以明显地看出, 20 年来东湖枝角类的数目的减少十分显著。以盘肠蚤科为例, 60 年代共发现 21 种, 占枝角类总种数的 44.68%; 而到了 80 年代只发现 8 种, 仅占 30.77%。这是因为, 在六十年代东湖水生维管束植物茂盛, 为兼性浮游枝角类提供了生活场所。而到八十年代, 东湖水生植物几乎绝灭, 使盘肠蚤种类数锐减。据统计 1986—1988 年, 东湖枝角类优势种类透明蚤和短尾秀体蚤的数量已占总数的 86—98%。优势种数量增加, 枝角类种类数减少导致了枝角类群落结构趋于简单(表 1)。

这里应说明的是, 枝角类种类统计数是根据 I、II 二个采样站定性样品观察到的, 而非整个湖泊的调查数据; 其次采样次数为每月一次。因此数据统计具有较大的偶然性, 但是种类数减少则是完全可以肯定的。

### (二) 植食性种类数量减少, 杂食性种类数量增加

大量研究结果表明<sup>[12,19]</sup>, 透明蚤和隆线蚤一亚种是典型的植食性种类, 主食微型藻类。而短尾秀体蚤和微型裸腹蚤则为杂食性种类。它们除能有效地利用微型藻外, 还能在藻类食物缺乏时, 很好地以有机碎屑为食<sup>[15]</sup>。而在东湖, 从 60 年代到 80 年代藻类种类组成和数量均发生了很大变化, 并越来越不适宜植食性蚤类的生存。为此我们统计了 1980 年 6—10 月隆线蚤一亚种成体数, 怀卵个体数和怀卵量的月平均值。显然, 不论 I 站还是 II 站, 该蚤的每胎平均怀卵量不足 5 枚。这说明当时的藻类虽然生物量高(叶绿素  $a$  的浓度平均为  $20 \mu\text{g/l}$ ), 但作为植食性枝角类的食物质量已极其低劣。在  $20^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $35^\circ\text{C}$  的培养温度下, 给予足够的优质食物(小球藻), 隆线蚤一亚种的成龄平均每胎产卵量依次为: 29.75、12.22、13.71 和 7.09 个<sup>[7]</sup>。显然, 在天然水体中, 这种蚤并没有充分发挥它的生殖潜力。

我们曾利用过滤湖水作为培养液, 模拟水体中隆线蚤一亚种的种群密度, 不添加任何食物进行室内培养试验, 结果也表明这种蚤幼蚤生长极为缓慢, 幼龄期长, 有的个体不能进入成龄, 已是成龄的个体脱皮频率变慢, 孵育囊内的卵呈分解状态, 发育极不正常<sup>[7]</sup>。

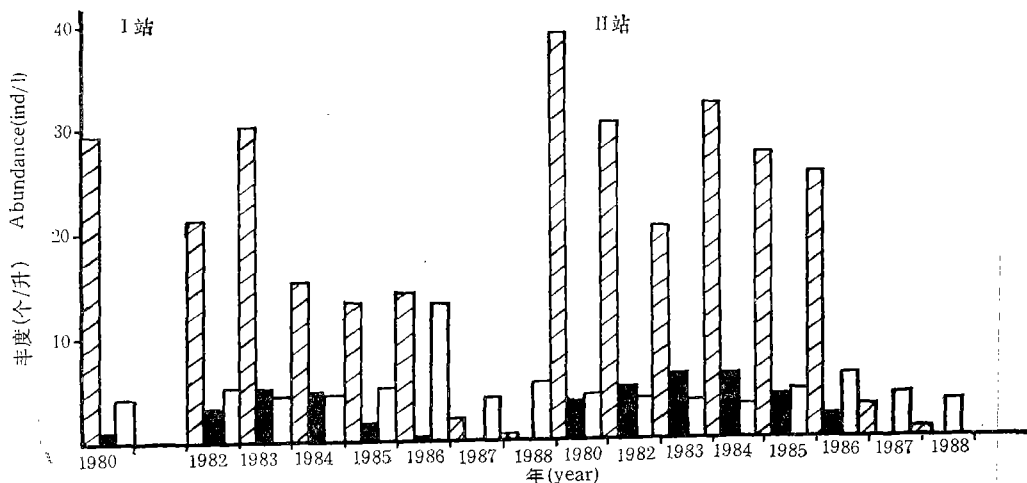


图1 东湖优势枝角类数量年均值年际变化(1980—1988)

Fig. 1 The annual changes in abundance (mean value of the year) of dominant Cladocera at station I and station II in Lake Donghu (1980—1988).

▨ = *Daphnia hyalina*, ■ = *D. carinata* ssp.,  
□ = *Diaphanosoma brachyurum*.

图1描绘了东湖三种优势枝角类1980—1988年数量年均值的变化。可以看出透明溞种群一直是东湖第一优势种,但数量下降趋势也较明显。I站从1980年的平均28ind/l下降到1988年的0.5ind/l II站则从38.5ind/l下降到1ind/l。与60年代<sup>[1]</sup>相比,该种群经历了由小到大,达到峰期,然后又逐渐下降的动态趋势。

隆线溞—亚种的种群密度由1980年的1ind/l(I站), 3.5ind/l(II站)上升到1983的5ind/l(I站), 6.5ind/l(II站)达到峰值;然后急剧下降直到1988年种群已趋消失。

短尾秀体溞种群的数量与60年代相比则明显上升。该种枝角类在60年代初种群密度不足2ind/l;可是在1980—1988年间这种秀体溞数量维持在5ind/l水平,有时可高达15ind/l(图1)。

种群生物量的年际变化与数量的年际变化基本一致(图2)。但因生物量不仅与种群数量,而且亦与动物个体大小有密切关系。因此其变动趋势与数量变动趋势不尽相同。

图1和图2从数量和生物量的年均值角度论证了种群的演变动态。为了更明了地说明这一问题,作主要种类现存量组成百分比(图3和图4)。

图3表明透明溞种群占整个枝角类百分比, I站从1980年的85%下降至1988年的4%; II站由82%下降至14%。隆线溞—亚种从1980年的3%(I站), 7%(II站)上升到1984年的20%(I站), 21%(II站),接着到1988年已降于零。短尾秀体溞则从1980年的12%(I站), 9%(II站)分别上升到1988年的71%(I站)和63%(II站)。

图4为三种优势枝角类生物量年平均占枝角类总生物量百分比。透明溞百分比波动不大,且一直较高,说明该种群一直处于优势地位。隆线溞—亚种从1980年的4%(I站), 7%(II站)上升到1984年的18%(I站), 1983年的20%(II站);然后下降至1987

表1 东湖枝角类二十年来的种类季节变化

Tab. 1. The seasonal changes in species composition of Cladocera in Lake Donghu over twenty years.

种名 Species	年代 Period		六十年代 1960's				八十年代 1980's			
	季节 Season		春(3.4.5) Spring	夏(6.7.8) Summer	秋(9.10.11) Autumn	冬(12.1.2) Winter	春(3.4.5) Spring	夏(6.7.8) Summer	秋(9.10.11) Autumn	冬(12.1.2) Winter
薄皮溞科 Leptodoridae										
透明薄皮溞 <i>Leptodora kindtii</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
仙达溞科 Sidae										
晶莹仙达溞 <i>Sida crystallina</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
长肢秀体溞 <i>D. leuchenbergianum</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
多刺秀体溞 <i>D. sarsi</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
寡刺秀体溞 <i>D. paucispinosum</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
大洋洲壳腺溞 <i>Latonopsis australis</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
双棘伪仙达溞 <i>Pseudosida bidentata</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
溞科 Daphniidae										
隆线溞—亚种 <i>Daphnia carinata</i> ssp.			+	+	+	+	+	+	+	+
透明溞 <i>D. hyalina</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
蚤状溞 <i>D. pulex</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
平突船卵溞 <i>Scapholeberis mucronata</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
老年低额溞 <i>Simocephalus vetulus</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
拟老年低额溞 <i>S. vetuloides</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
锯顶低额溞 <i>S. serrulatus</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
方形网纹溞 <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
角突网纹溞 <i>C. cornuta</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
美丽网纹溞 <i>C. pulchella</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
微型裸腹溞 <i>Moina micura</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
近亲裸腹溞 <i>M. affinis</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
象鼻溞科 Bosminidae										
长额象鼻溞 <i>Bosmina longirostris</i>			+	+	+	+	+	+	+	+



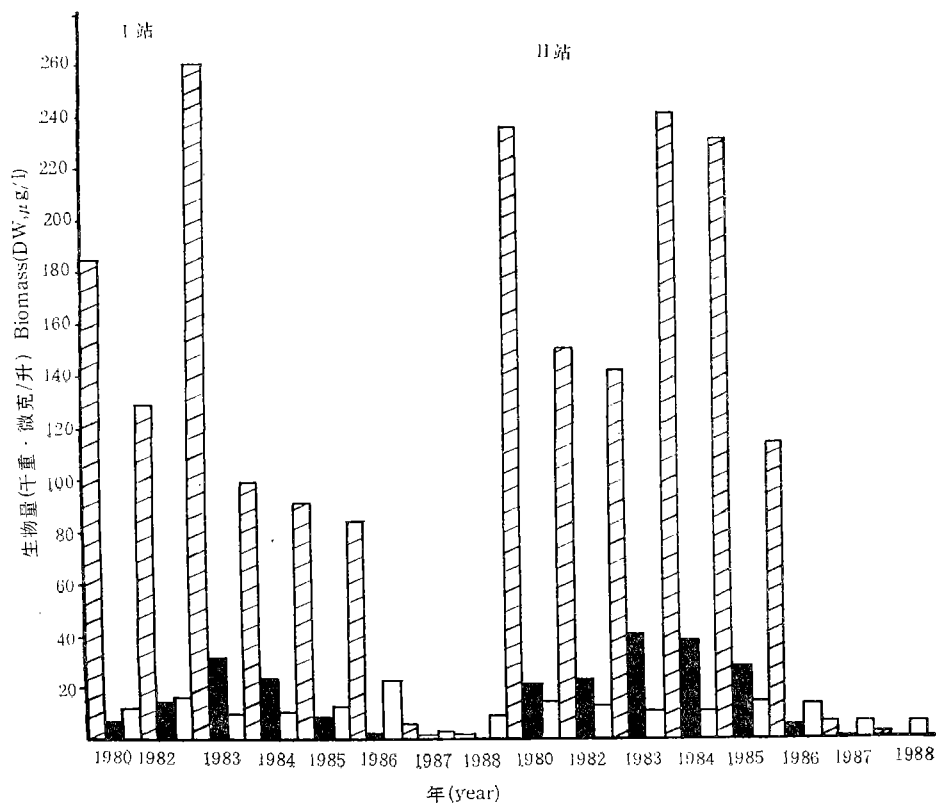


图2 东湖优势枝角类生物量年际变化

Fig. 2 The annual changes in biomass (dry weight, mean value of the year) of dominant Cladocera at station I and station II in Lake Donghu (1980-1988).

▨ = *Daphnia hyalina*, ■ = *D. carinata* ssp., □ = *Diaphanosoma brachyurum*.

年的0.1%(I站)和0.5%(II站);至1988年已降为零,种群消失。短尾秀体蚤I站从1980年的6%上升到1988年的69.5%;II站则从4%上升到64%。

由图2、3、4可以看出,东湖优势枝角类自1980年以来有较大的变化,特别是1987年以后,一直居优势地位的透明蚤种群规模急剧减少;隆线蚤—亚种1987年以后已基本消失。与此相反的短尾秀体蚤种群数量逐年增加,成为东湖第一优势种。

### (三) 体型向小型化发展

80年代以来,东湖枝角类不仅植食性种类数量减少,杂食性种类数量增加,而且体型小型化现象也极为明显(图5、6)。透明蚤在1980年平均体长为1.22mm,到1988年则缩短为0.65mm;隆线蚤—亚种从1.33mm缩短为1987年的0.78mm;短尾秀体蚤则从0.81mm缩短到0.62mm。将体长与时间进行回归分析,则可得到如下回归方程(图5):

对于透明蚤:

$$Y = 142.28 - 0.07117X \quad (P < 0.05)$$

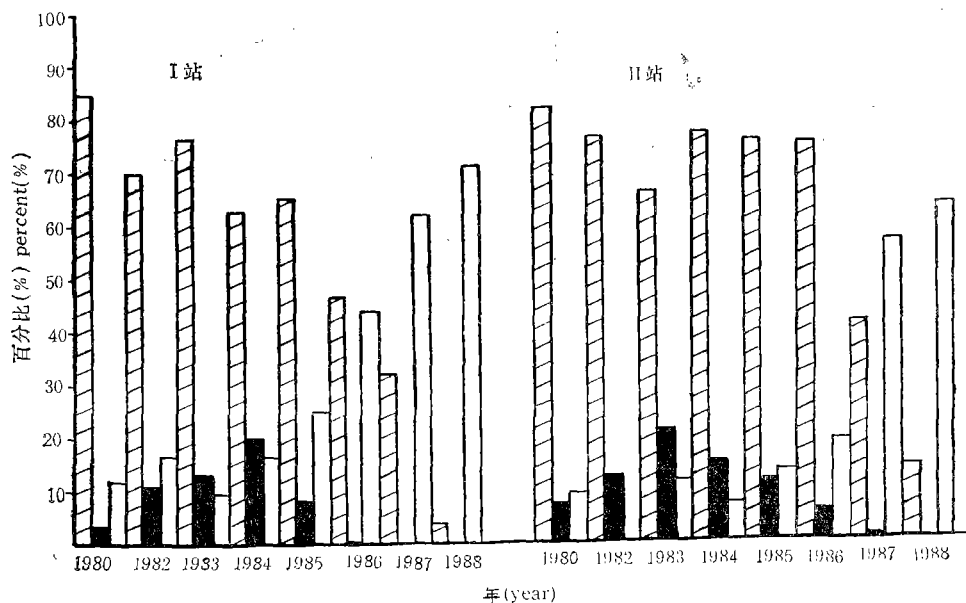


图3 东湖优势枝角类数量百分比(1980—1988)

Fig. 3 The abundance percentage of dominant Cladocera in total Cladocera at station I and station II in Lake Donghu (1980—1988)

▨ = *Daphnia hyalina*, ■ = *D. carinata* ssp., □ = *Diaphanosoma brachyurum*.

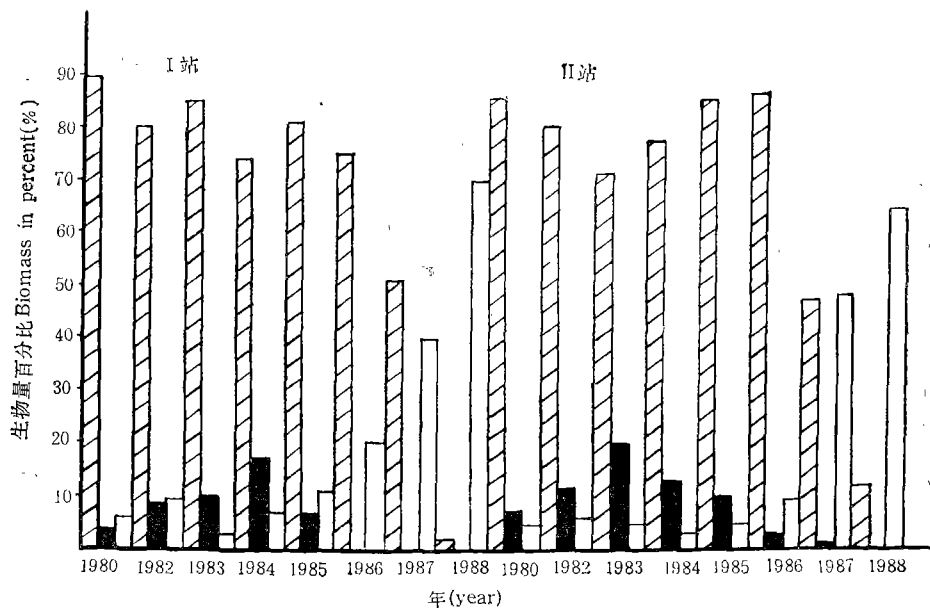


图4 东湖优势枝角类生物量百分比(1980—1988)

Fig. 4 The biomass (dry wt.) percentage of dominant Cladocera in total Cladocera at station I and station II in Lake Donghu (1980—1988).

▨ = *Daphnia hyalina*, ■ = *D. carinata* ssp., □ = *Diaphanosoma brachyurum*.

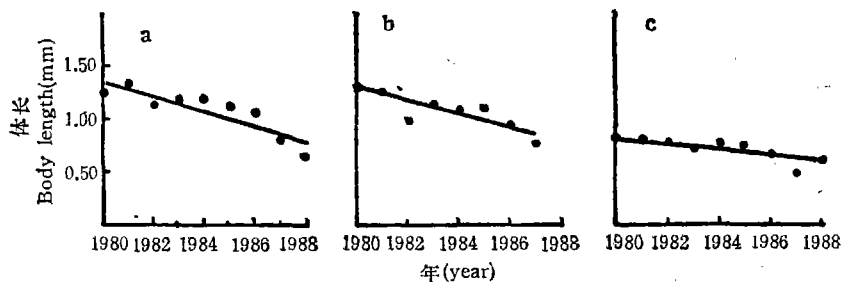


图5 三种枝角类年平均体长与时间的关系

Fig. 5 The relationships between body length (mean value of the year) of Cladocera and time.

a = *Daphnia hyalina*, b = *D. carinata* ssp. c = *Diaphanosoma brachyurum*

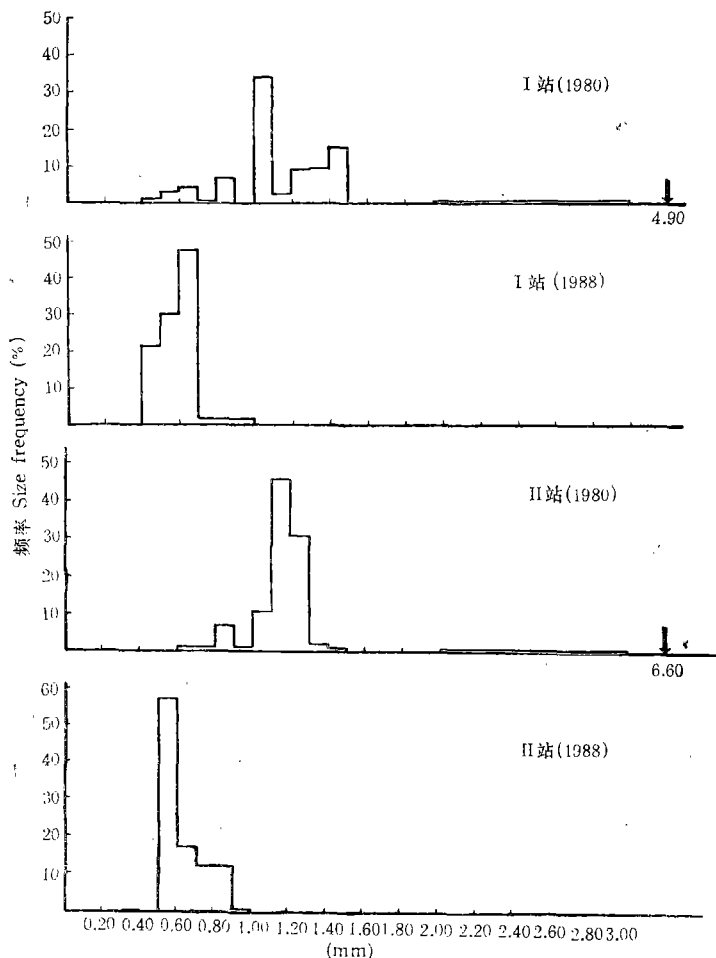


图6 东湖I、II站优势枝角类, 1980, 1988年的大小频率分布

Fig. 6 Size frequency distribution of the dominant Cladocera zooplankton in 1980 and 1988 in lake Donghu. size divided at 0.10mm intervals; Frequency given in % of total Cladocera per size class



对于隆线蚤一亚种:

$$Y = 122.23 - 0.06107X \quad (P < 0.05)$$

对于短尾秀体蚤:

$$Y = 61.56 - 0.03067X \quad (P < 0.05)$$

Y 为年平均体长(加权值)(mm), X 为时间(年, 如 1980)。

图 6 为东湖 I、II 站 1980 年和 1988 年主要枝角类的大小频度分布。1980 年多以体长为 1.00—1.50 mm 的透明蚤和隆线蚤一亚种为主; 而到了 1988 年则以体长为 0.40—0.70mm 的短尾秀体蚤和微型裸腹蚤及透明蚤为主。体长逐年缩短。

## 讨 论

### (一) 鱼捕食对枝角类种类演替的影响

60 年代初, 东湖渔产量尚低。湖内水草茂盛, 湖水清澈透明, 是一个典型的草型湖泊。因此, 鱼群对枝角类的捕食压力不大。到了 70 年代后期及 80 年代, 东湖鲢、鳙鱼的放养量和放养规格都有了极大增加, 鱼产量大幅度提高<sup>[1]</sup>。尤其是白鲢鱼产量的增加对浮游动物种群变动有更大的影响<sup>[16]</sup>。同时, 东湖周围工业化的发展, 居住人口的增加, 大量的生活污水, 工业废水常年流入湖内, 因此水质日趋肥沃。水草的消失更降低了湖泊的自净能力, 从而加速了湖泊的富营养化。

Brooks & Dodson<sup>[13]</sup> 曾比较详细地研究过鱼对浮游动物的捕食作用。他指出当水体中存在鱼的捕食压力时, 大型枝角类和桡足类, 如 *Daphnia*, *Diaptomus* 种群首先受到冲击并经一定时期种群削弱, 而代之以小型种群如 *Bosmina longirostris*。他同时指出, 某一种群是否因被鱼的捕食作用所削弱很大程度上决定于该种群产卵雌体幼龄期长短。一般来说只有当一定数量的雌体能存活以产生一定数量的子代时该种群才得以生存与维持。由于大型蚤类一般雌体幼龄期较长, 以致没有足够长的存活机会产生一定数量的子代(表 2)。室内培养表明, 在 25℃ 时, 隆线蚤一亚种雌体幼龄期为 4.3 天, 这时最小体长为 0.72mm; 而短尾秀体蚤雌体幼龄期为 3.3 天, 最小体长为 0.40mm。显然, 当它们同时暴露在鱼捕食压力下时, 前者易受攻击, 且种群亦难恢复, 而后者不仅不易受攻击, 而且种群增长迅速。

渔获物分析表明, 东湖 I、II 龄鲢鳙鱼(主养鱼类)从 4 月份开始增长, 8 月份为高峰期, 10 月份以后生长速度明显下降, 冬季停滞生长<sup>[2]</sup>。显然透明蚤出现的高峰期刚好避开了鱼类捕食的高峰季节, 因此, 它受鱼捕食影响相对较小, 因而种群能维持在较高的水平。而隆线蚤一亚种与短尾秀体蚤种群出现的高峰季节正是鱼类生长旺季。这时鱼类对它们的捕食压力不断增大, 首先受到冲击的显然是隆线蚤一亚种<sup>[13]</sup>。该种个体大, 运动迟缓, 极易被鱼捕食; 同时, 隆线蚤一亚种雌体幼龄期长(表 2), 被捕食机会相对增加, 因此一旦大量产卵雌体被捕食后则难以产生一定数量的子代, 从而导致种群不断削弱。而短尾秀体蚤则又不同。它的首次生殖最早年龄短, 且这时最小体长也短; 同时它不但运动灵活, 且身体透明, 逃避能力强, 因此, 一般不易被鱼捕食。即使被捕食了一定数量, 但雌体较短的幼龄期使成活的幼体能迅速成熟, 产生一定数量的子代, 从而维持了种群的稳定。

表 2 枝角类生活史特征比较

Tab. 2 Comparison of life-history characters of Cladocera

种 类 Species	温度(°C) Temperature (°C)	出生时体长 Size at birth l(mm)	最大体长 (mm) Maximum size (mm)	幼龄期(天) Earliest age at first reproduc- tion (day)	首次生殖时体长 (毫米) Minimum size at first reproduc- tion (mm)	参考文献 References
透明溞 <i>Daphnia hyalina</i>	15	0.71	3.02	12.1	1.75	黄祥飞, 胡春英 (1984) <sup>[9]</sup>
	20	0.64	2.90	6.5	1.64	
	25	0.63	2.52	5.0	1.36	
	30	0.60	1.77	4.5	1.24	
隆线溞一亚种 <i>Daphnia carinata</i> ssp.	15	0.71	2.89	11.2	1.71	
	20	0.70	2.92	6.3	1.86	
	25	0.72	2.51	4.3	1.64	
	30	0.65	2.31	3.5	1.50	
	35	0.63	1.79	3.3	1.35	
短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	25	0.40	1.39	3.3	1.01	黄祥飞 (1986) <sup>[10]</sup>
	30	0.40	1.44	2.6	0.90	
	35	0.38	1.35	2.2	0.85	

## (二) 富营养化对枝角类种类演替的影响

水体富营养化引起藻类种类的变化,从而对枝角类种类演替产生影响。1985 年以前,东湖夏秋季节蓝藻大量繁殖并形成“水华”。

大量大型藻类的出现对枝角类影响很大,因为藻体太大浮游动物难以利用<sup>[9]</sup>,且它们对隆线溞一亚种还有毒害作用<sup>[9]</sup>。因此隆线溞一亚种的食物资源受到极大限制。同时藻类的大量繁殖、死亡,在东湖水体中存留了大量死亡藻类,再经细菌等分解又以有机碎屑的形式回到整个生态系统的物质循环中。隆线溞一亚种仅能摄取藻类而不能利用有机碎屑作为唯一食物,因此食物短缺使得种群日趋减少。与此相反,短尾秀体溞则不仅能以藻类作为食物来源,而且还能很好地利用有机碎屑<sup>[15]</sup>。这样短尾秀体溞的食物源便极大地丰富了。因此在它与隆线溞一亚种的竞争中不断强大起来,最终取代了隆线溞一亚种,而成为东湖夏秋季节枝角类的优势种群。

Matveev (1987)<sup>[17]</sup>利用透明溞和短尾秀体溞作为材料做了一个很有意义的对食物竞争试验。他将上述二种枝角类用湖水混养发现,开始 50 天内,两者依靠起始条件均共存于一个生态系统中。但进一步培养发现短尾秀体溞种群逐渐减少并最终消亡。Matveev 认为其主要原因是由于种群时滞 (Population time lags) 的减少,而不是种群增长率的减少。即优良竞争者透明溞的生殖力,出生率及种群增长率的时滞明显要长一些。时滞长则竞争力强,从而导致秀体溞种群的不稳定性。因而,短尾秀体溞种群便在竞争中消亡。对于隆线溞一亚种和短尾秀体溞间也可进一步做类似研究。同时,根据这一研究,我们完全可以推论若东湖鱼捕食压力一旦降低,且小型藻类重新恢复占优势时,隆线溞一亚种有可能重新取代短尾秀体溞而成为夏秋、季节的优势种群。

各种生物都有一定的生存环境,一旦生态环境遭到破坏,则该生境内生存的种类便会迁移或死亡。东湖富营养化的不断加剧,极大地改变了水体生态环境,因而导致了许许多

适于生存在富营养化环境中的种类消失,从而形成了东湖枝角类种类组成的简单化。

### (三) 关于枝角类小型化问题

鱼的捕食作用同时也影响了枝角类个体体型大小<sup>[13]</sup>。Vanni (1987)<sup>[19]</sup>在对美国Dynamite湖的研究中发现鱼捕食对枝角类的大小结构有影响。他指出三种枝角类*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia laustris*, *Diaphanosoma birgei*的体长在没有鱼时要比有鱼时大得多。同样,鱼捕食强度弱时,枝角类的体长要大于鱼捕食强度大时的体长。在鱼捕食环境中,枝角类体长缩短主要是为了增加自身的运动灵活性,尽量避免被鱼捕食,以维持种群的稳定性。

除鱼捕食影响外,水体富营养化也影响枝角类个体大小。Gliwicz (1969)<sup>[14]</sup>和Odum (1969)<sup>[18]</sup>指出在水体富营养化时,浮游动物个体平均体长常常变小。

通过枝角类种类演替及生态因子的分析,使我们认识到水体富营养化对水生生态系统会产生诸多不利影响。为使东湖水体得到净化,我们认为应尽量减少鲢、鳙鱼的放养量以减轻对大型浮游动物的捕食压力。因为大型浮游动物能滤食水中大量藻类,提高水体的透明度,从而有利于水生植物的恢复。

## 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] 刘伏泉等,1982. 略论武昌东湖鲢鳙鱼种的年轮形成及湖泊放养的规格问题. 水产学报,6(2): 129—138.
- [3] 沈郁芬,陈受忠,1965. 武昌东湖浮游动物数量季节变动的初步观察. 水生生物学集刊,5(2): 133—144.
- [4] 饶钦止,章宗涉,1980. 武汉东湖浮游植物的演变(1956—1975)和富营养化问题. 水生生物学集刊,7(1): 1—6.
- [5] 黄祥飞等,1987. 在环境压迫下的东湖浮游动物. 人与生物圈论文集,88—100. 中国人与生物圈国家委员会.
- [6] 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): 345—358.
- [7] 黄祥飞等,1981. 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—395.
- [8] 黄祥飞,胡春英,1986. 淡水常见枝角类体长——体重回归方程式. 甲壳动物学会论文集,第一辑. 147—157, 科学出版社.
- [9] 黄祥飞,胡春英,1984. 武汉东湖透明溞和隆线溞一亚种的种群变动和生产量. 水生生物学集刊,8(4): 406—417.
- [10] 黄祥飞,1986. 短尾秀体溞的发育与生长. 水生生物学报,10(1): 52—59.
- [11] 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—239.
- [12] Aida, I., and Liff, A. H. 1985. Difference between two species of *Daphnia* in the use of 10 species of algae in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.*, 30(5): 1053—1059.
- [13] Brook, J. L. and Dodson, S. I. 1965. Predation, body-size, and composition of plankton. *Science*, 150: 28—35.
- [14] Gliwicz, Z. M.. 1969. Studies on the feeding of pelagic zooplankton in Lakes with varying trophic. *Ekol. Pol., Seria A*, 17: 663—707.
- [15] Herzig, A., 1979. the zooplankton of the open lake, pp. 281—335, in Neusiedlersee: The limnology of a shallow lake in central Europe. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- [16] Kajak, Z., Spodniewska, I. and Wisniewski, R. J. 1977. Studies on food selectivity of Silver Carp, (*Hypophthalmichthys molitrix*). (val.) *Ekol. Pol.*, 25(2): 227—239.
- [17] Matveev, V. F., 1987. Effects of competition on the demography of planktonic Cladocerans——*Daphnia* and *Diaphanosoma*. *Oecologia (Berlin)*, 74: 468—477.
- [18] Odum, E. P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262—270.
- [19] Vanni, M. J., 1987. Effects of food availability and fish predation on a zooplankton community. *Ecological Monographs*, 57(1): 61—88.

## SPECIES SUCCESSION OF CLADOCERA IN LAKE DONGHU IN RELATION TO VARIOUS ECOLOGICAL FACTORS

Li Chunhou and Huang Xiangfei

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

### Abstract

The species succession of Cladocera during 1980—1988 and the effects of various ecological factors on it were investigated in Lake Donghu, Wuhan, a lake mainly stocked with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and big-head carp (*Aristichthys nobilis*), both feeding on plankton. Though the most dominant population of Cladocera was still *Daphnia hyalina* in spring and winter (from December to May), the dominant population of *Daphnia carinata* ssp. was replaced by the population of *Diaphanosoma brachyurum* in summer and autumn (from June to November).

The number of species decreased markedly from 47 in the 1960's to 26 in the 1980's. The major ecological factors affecting species succession were fish predation and food competition among Cladocera. Fish predation and eutrophication had several effects on the size structure of the Cladocera, resulting in diminution of the size of Cladocera.

**Key words** Species succession, Cladocera, Ecological factors