第7卷 第1期 水生生物学集刊 Vol. 7, No. 1
1980 年 5 月 ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA May, 1980

武汉东湖周丛原生动物生态

沈 韫 芬
（中国科学院水生生物研究所）

提 要

作者于 1963 年 12 月—1964 年 12 月对东湖 IV、V 两个采样站的聚草、金鱼藻、黄丝草上周丛原生动物进行了周年的定性和定量的观察。共观察到 175 种周丛原生动物，其中真周丛原生动物占 62.9%，伪周丛原生动物占 37.1%。两个采样站、三种水草上原生动物数量周年变动均有共同的趋势，即在低温的冬季出现数量高峰，左右数量变动的优势种类是钟形钟虫，占周丛原生动物总数的 80—90%。在 V 站同期进行人工基质上周丛原生动物生态比较，表明其优势种类与水草上相同，但群集速度却以水温高的 8—9 月份为最快。通过金鱼藻生物量、金鱼藻上和人工基质上原生动物数量三者关系的分析，认为影响周丛原生动物数量变动的重要因子是水草本身的生长情况。文中分析了周丛原生动物与水体污染程度的关系，指出着生原生动物是迅速监测水体污染程度的优良指示生物。

周丛生物（periphyton）通常是指着生在植物及其他基质上的生物群落。周丛生物包括自养性和异养性两类生物，其中原生动物种类相当丰富。起始时仅进行周丛原生动物的分类和一般的生态工作[4,12]。但近年来很多作者指出周丛生物可以作为评价水质污染程度的指示生物，而着生的原生动物种类和数量变化更能指示水质污染程度和污水净化的过程。因此提出观察人工基质上着生原生动物的变化情况可以快速评定水的质量[3,6,7,8,19]。60 年代以来，在开展水生态系的研究中，也开始注意到原生动物在食物链中的作用[15]。作者与顾曼如曾于 1962 年 3 月—1963 年 7 月在武汉东湖进行了浮游原生动物生态的研究[1]，并涉及湖泥中原生动物的种类和数量；继而于 1963 年 12 月—1964 年 12 月进行了水草上周丛原生动物的生态研究，试图开展浮游原生动物、周丛原生动物、湖泥中原生动物三方面的工作，以求全面地了解和比较东湖原生动物的种类、数量、周年变动及其与环境因子的关系，为进一步研究东湖生态系中原生动物在食物链和能量转化上的作用提供必要的生态资料。目前国内外水生态系的研究工作又提高到一个新的水平，从太阳辐射、大气流转直到水中的一切生物，彼此之间都存在着一定的关系。通过生态研究可以找出这些关系的各项参数。根据这些参数制定该生态系的数学模型，并且按照需要对生态系的变动进行有效的控制，以期达到改造自然的目的。生态系是处于生物与生物之间、生物与环境之间的相互制约和相互转化的动态平衡之中。因此在水生态系中原生动物作为最低等的次级生产力是不容忽视的一环。可是往往由于原生动物研究方法上的种种困难，使这方面的工作没有得到充分的开展。在 Waters (1977)[21] 关于内陆水体次级生产研究的综合性评论中没有原生动物方面的资料，便是明证。因此，作者将十五年前的工作与 1965 年

已发表的文章一起进行了如下的总结，作为比较完整的东湖浮游和周丛原生动物数量变动的生态资料，为今后从事东湖生态系次级生产力研究提供参考。

本文的分类工作曾得到王家楫教授生前的指导，顾曼如同志协助生态部分的工作，郑英同志协助绘图复墨，陈洪达、王骥两同志分别提供东湖水生植物和 BOD_5 数据，作者在此一并表示衷心感谢。

在东湖水草上共观察到 175 种周丛原生动物，其中有 6 种纤毛虫新种，将另文发表。

材 料 与 方 法

1963 年 10—12 月先对全湖的各种水草进行了原生动物种类和数量的普查。在此基础上选定了湖中占数量优势而着生原生动物又较多的三种水草——黄丝草（*Potamogeton maackianus* Benn.）、聚草（*Myriophyllum spicatum* L.）和金鱼藻（*Ceratophyllum demersum* L.）作为研究材料。因为历来东湖水草生物量中占比重最大的是黄丝草，其次为大茨藻、聚草、黑藻和金鱼藻[2]。

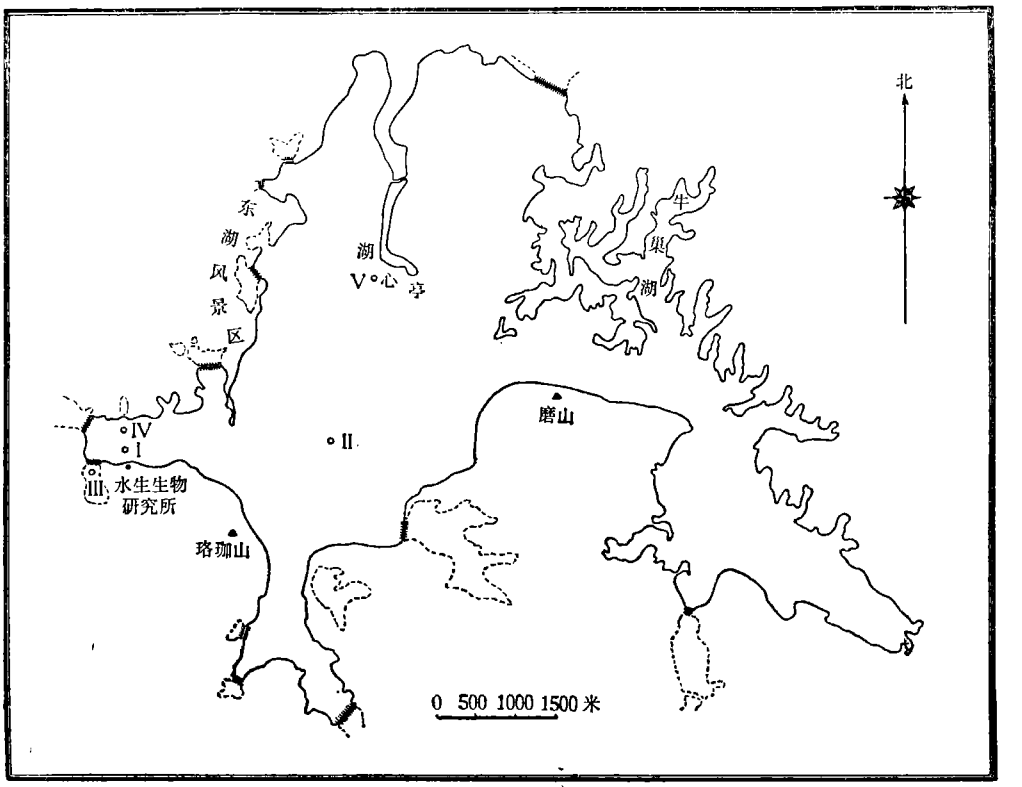


图 1 东湖浮游动物采样站

共设两个采样站(图 1):一是代表湖汊的 IV 站，位于离岸 50 米处，采聚草和金鱼藻。另一是靠近湖中心的 V 站，位于湖心亭的西南面，离湖心亭岸边约 300 米处，采聚草和黄丝草。每月采集 2 次，每次采完整的水草各 2 根。带回实验室后每根水草从根部起，依次向上每隔 40 厘米取样一段，每段为 5 厘米。如到顶部不足 40 厘米时，仍取顶部 5 厘米一

段作为样品。这些样品均作为原生动物定量之用。在显微镜下分别计数每段样品茎和叶上的原生动物数量。主茎和分枝都进行计数。叶片在 3 片以下的全数，3 片以上的每 3 片数 1—2 片。同时在显微镜下测量茎的直径和叶的长度，以便换算成面积。茎的面积 = 5 厘米 × $2\pi r$ (半径)。叶的面积采用图形法求得。即将不同长度的叶片用晒图纸制成图形，剪下此图形烤干后称恒重；然后将已知面积的同样晒图纸烤干后称恒重；二者相比即可求得不同长度叶片的对应面积。本文调查的 3 种水草叶片长度和叶片面积有显著的相关性。以 Y 为面积，X 为长度，求得其相关公式如下：

聚　草　$Y = 0.26X^{2.19}$

黄丝草　$Y = 0.13X^{1.55}$

金鱼藻　$Y = 0.69X^{1.72}$

已知茎、叶的面积和其上着生的原生动物数量即可求得该茎、叶的单位面积上着生的原生动物数量。然后将已知面积的茎、叶于 80℃ 烘箱内烤 2 小时，称恒重。再换算成茎、叶单位重量(干重)上的原生动物数量(或换算成生物量)。关于东湖水体、水草原生动物生物量的工作将于另文中总结。

为便于与水草上的周丛原生动物数量作比较，还在 IV 站用人工基质挂片法探求原生动物在挂片上着生的速度。先将载玻片水平地固定于软木塞上，再用绳索把软木塞固定好。绳索末端加重量以便绳索垂直地沉入水中。绳索顶端设浮标以便浮于水面。和水草上分段取样的方法一样，自底部起每隔 40 厘米设一层，每层用 2 块载玻片。通过置放水中 1 天、7 天、11 天、15 天的试验，根据该站的水质和原生动物着生和形成群集的速度，认为以 2 星期左右为宜。因此置放半月后便取回实验室，计数载玻片上原生动物的数量。

此外，在定期采样的同时，还按常规测量了一般的理化因子，包括气温、水温、pH 值、透明度、O_2 和 CO_2 等。

生态观察结果

(一) 理化因子的比较

水温　两站接近。最高温度在 7 月下旬到 8 月上旬，为 31.6—31.8℃。最低温度在 2 月上旬为 4℃。无结冰期。

水深　V 站的最大水深为 2.3 米。IV 站的最大水深为 3 米。

透明度　V 站于 1—3 月以及 11 月下旬至12 月均透明见底，其余波动于 60—185 厘米之间。IV 站于 1 月下旬至 4 月透明见底，其余波动于 60—175 厘米之间。

pH 值　V 站波动于 7.8—9.4；IV 站波动于 7.6—8.8 之间。

含氧量　V 站波动于 6.5—13.5 毫克/升之间，饱和度 80—145%；IV 站波动于 5.5—14.5 毫克/升之间，饱和度为 60—118%。两站含氧量均很充分。

二氧化碳含量　V 站在 4 月下旬至 9 月上旬、12月 下旬至来年的 1 月上旬的含量未能检测出，接近于零，其余一般在 0.7—5 毫克/升。IV 站 4 月下旬至 6 月上旬和 8 月接近于零，其余在 1.4—7.2 毫克/升。

五日生物耗氧量 (BOD_5)　在湖中心的 II 站和湖汉的 I 站有同期的 BOD_5 资料。该

两站和本文的V站和IV站相距不远，相应地II站可代表V站BOD_5，I站可代表IV站的BOD_5。湖中心的BOD_5波动于0.6—1.6毫克氧/升之间，周年波动不大。湖汉的BOD_5波动于1.16—5.57毫克氧/升之间，波动的幅度较大，每次测得的数值均高于湖中心(图2)。由此可见，湖汉的有机物含量除明显高于湖中心外，湖汉的波动幅度大，也说明了环境比较复杂，这对原生动物的生长是有影响的。

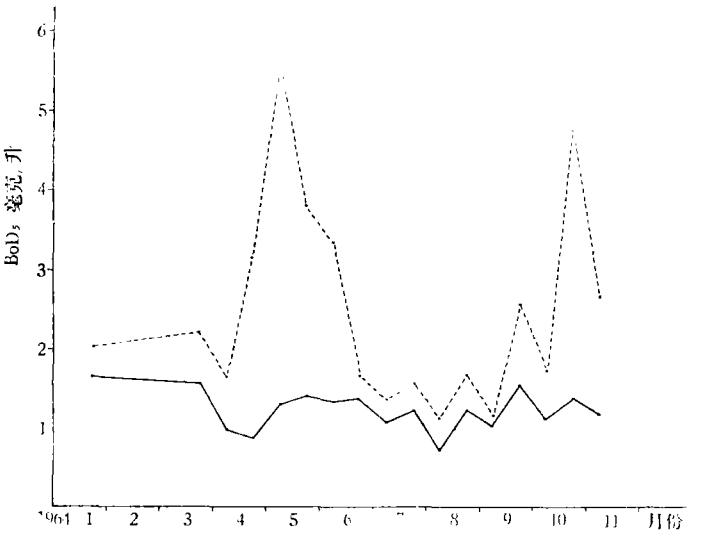


图2 BOD_5含量的变动情况
--------I站； ————II站。

（二）水草上原生动物数量的周年变动

V站和IV站的3种水草茎和叶上原生动物数量周年变化一般趋向一致，即高峰出现在温度低的11月份及2—3月份。但V站(湖心亭)黄丝草叶上的周丛原生动物数量在7月份出现一次高峰(图3、4，表1)。

V站 从1963年12月下旬起采集黄丝草和聚草上的周丛原生动物定量标本。黄丝草茎上一般较低，最高在1月上旬，只9.2个/厘米^2；主要种类是针棘匣壳虫（*Centropyxis aculeata aculeata*），其次是钟形钟虫（*Vorticella campanula*）。黄丝草叶上（周丛原生动物数量）较茎上高得多，在温度低的12月及2月已能达到63.1和60.0个/厘米^2；主要优势种类是钟形钟虫，占总数的81%，其次才是针棘匣壳虫。除了低温季节有较高的数量外，黄丝草叶上全年最高峰在7月上旬，达188.8个/厘米^2；优势种类是钟形钟虫，占总数的82%，其次是点钟虫（*Vorticella picta*）、褶累枝虫（*Epistylis plicatilis*）、压缩杯居虫（*Pyxicola constricta*）、似钟虫（*Vorticella similis*）和尼泊尔壳吸管虫（*Paracineta nealopitana*）。

聚草茎上的数量一般也较低，最高峰在低温的3月上旬，达11.3个/厘米^2；主要种类是钟形钟虫，占总数的90%。聚草叶上的数量要比茎上大得多，高峰在低温的1月下旬，达109个/厘米^2，优势种是钟形钟虫，占总数的97%，其次是巧拟壳吸管虫（*Paracineta elegans*）。

本站聚草和黄丝草无论茎上或是叶上周丛原生动物周年平均数量都比较接近，茎上

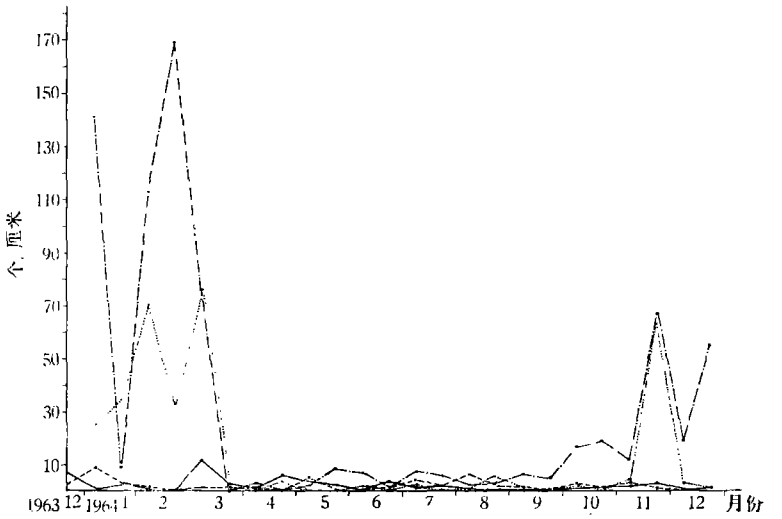


图 3 茎上周丛原生动物的数量变动

……IV 站聚草；　————V站聚草；　—·—·—IV 站金鱼藻；　--------V站黄丝草。

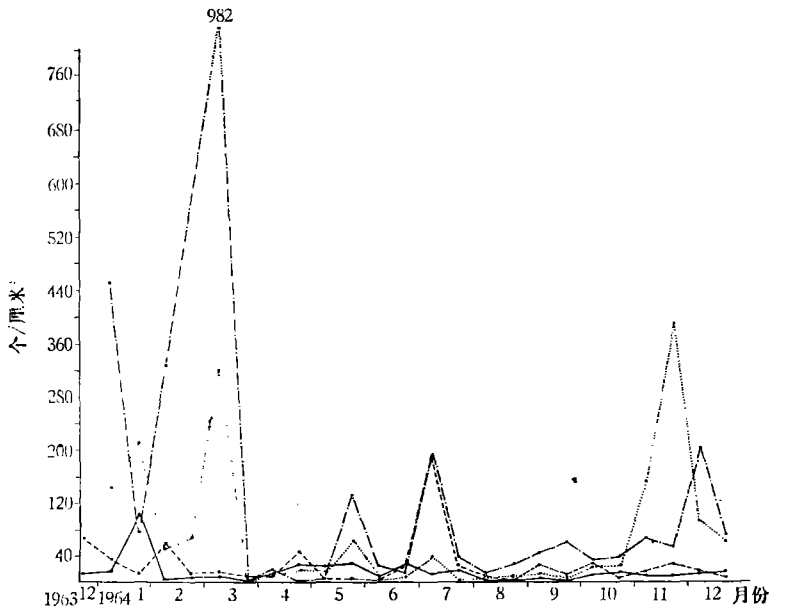


图 4　叶上周丛原生动物的数量变动

—·—·—IV 站金鱼藻；　--------V站黄丝草；　……IV 站聚草；　————V站聚草。

年平均数均在 2 个/厘米²;叶上年平均数分别为 15 及 25 个/厘米²。这两种水草一般在水温较低的 11—12 月和 1—3 月出现高峰,主要优势种为钟形钟虫,但黄丝草叶上的高峰还出现在 7 月上旬。 种类组成中最为突出的是黄丝草上还附着有许多匣壳虫属的种类,其中包括针棘匣壳虫、旋匣壳虫 (*Centropyxis aerophila aerophila*)、表壳匣壳虫 (*C. arcelloides*)、盘状匣壳虫 (*C. discoides*)、凸匣壳虫 (*C. gibba*)等,最多可达 31.2 个/厘米²。聚草 (V、IV 站)、金鱼藻 (IV 站) 上最高只 1.7 个/厘米²,而且也没有在黄丝草上持续的时间长。

表 1 水生植物茎、叶上周

站别		水草 \ 日期	1963年12月下旬	1964年1月 上旬	1964年1月 下旬	2月 上旬	2月 下旬	3月 上旬	3月 下旬	4月 上旬	4月 下旬	5月 上旬	5月 下旬
茎上	V	黄丝草	3.0	9.2	2.6	1.2	0.3	0.5	1.3	2.7	0.7	4.6	1.7
		聚 草	6.7	0.1	2.1	0.1	1.0	11.3	2.4	0.6	5.3	2.9	1.8
	IV	聚 草		25.3	34.1	69.7	32.9	75.0	0.4	0.2	3.5	0	0.2
		金鱼藻		140.9	8.71	113.4	169.3	73.4	0.2	2.2	0	0.1	8.4
叶上	V	黄丝草	63.1	35.6	12.8	60.0	7.2	9.4	5.3	7.9	47	5.2	4.4
		聚 草	8.9	18.6	109.2	3.0	6.2	7.1	4.0	18.4	29.6	21.4	28
	IV	聚 草		143.2	210.0	50.5	67.3	304.4	4.5	12.7	18.7	16.2	51.7
		金鱼藻		451.2	75.3	326.5	558.1	982.2	4.8	18.7	1.0	10.9	132.9

这是因为黄丝草在进行光合作用时，利用水中的可溶性 $Ca(HCO_3)_2$ 中的 CO_2，因而就有 $CaCO_3$ 沉淀于植物表面。$CaCO_3$ 沉淀对匣壳虫属壳的生长是有促进作用的，因此黄丝草上匣壳虫比聚草(V、IV 站)、金鱼藻(V 站)多得多，成为第二优势种类。

IV 站 在理化因子的比较中，已知本站的有机物明显地比 V 站为高；此外 CO_2 也略高，从而透明度则略低。这是因为本站在湖汊中受到沿岸居民生活污水和岸上其他有机物冲洗到水中的补充量要比 V 站多，且 V 站沿岸无居民点。因此，反映在水草上周丛原生动物生长的情况也就有所不同。

本站聚草茎上的周丛原生动物数量高峰出现于低温的 2—3 月及 11 月，数量在 63—75 个/厘米^2。主要种类是钟形钟虫，占 89%，其次是似钟虫。聚草叶上高峰出现在低温的 3 月上旬及 11 月下旬，分别为 304.4 和 377.5 个/厘米^2。优势种类是钟形钟虫，占 33% 和 98%；其次是葡萄领鞭虫 (*Codonosiga botrytis*)，占 38%，以及螅状独缩虫 (*Carchesium polypinum*)、似钟虫等。本站聚草无论茎和叶上的周丛原生动物数量高峰期都和 V 站的聚草相同，均出现于低温的 2—3 月及 11 月，但本站高峰期的数量和年平均量要比 V 站高 3—6 倍。

本站金鱼藻上周丛原生动物数量按单位面积计算是 3 种水草中最高的。茎上达 30.6 个/厘米^2，叶上达 143.2 个/厘米^2，比同站的聚草也高出一倍以上。金鱼藻茎上的高峰期出现在低温的 2 月下旬和 11 月下旬，分别为 169 和 65 个/厘米^2。主要种类是钟形钟虫，分别占总数的 94.7% 和 99.3%，叶上的高峰期出现于低温的 3 月上旬和 12 月上旬，分别为 982.2 和 201.7 个/厘米^2，优势种为钟形钟虫和葡萄领鞭虫。钟形钟虫在整个低温的 1—3 月上旬数量都较高：1 月份平均达 251.64 个/厘米^2，占总数的 95.6%，2 月份平均

丛原生动物的数量(个/厘米²)

6 月		7 月		8 月		9 月		10月		11月		12月		年平均
上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	
0	1.8	4.1	1.3	5.8	1.0	0.4	0.5	2.1	0.2	1.5	0.6	1.3	0.2	1.94
1.6	3.2	1.8	0.8	0.5	0.4	0.5	0.2	0.4	0.3	1.6	2.3	0.8	0	1.94
1.6	0.1	2.0	0.3	1.3	4.8	1.3	0.5	0.7	0.3	2.9	63.1	2.3	0.4	13.45
6.4	1.1	7.0	5.5	2.0	2.6	5.7	4.3	15.7	18.03	11.8	65.6	18.1	54.1	30.60
5.6	24.4	188.8	24.0	9.7	1.3	24.0	6.7	27.4	3.9	14.4	24.4	15.7	6.8	25.40
4.9	31	13.1	17.3	1.5	2.0	5.6	2.9	9.0	11.6	9.8	7.2	12.7	12.5	15.27
2.0	6.5	38.6	1.9	3.5	6.7	13.9	2.74	9.1	20.8	151.3	377.5	93.0	61.4	69.50
22.8	14.7	198.3	36.6	12.1	27.3	44.3	60.5	30.4	36.1	65.0	52.8	201.7	71.7	143.16

达 390.77 个/厘米²，占总数的 88.3%，只是到了 3 月份出现数量高达 831.8 个/厘米²的葡萄领鞭虫，占了总数的 84.6%，而使钟形钟虫成为第二优势种，但仍有146.9 个/厘米²，占总数的 14.9%。在 12 月份的高峰期中钟形钟虫为绝对优势，占总数的 93.7%。因此，总的看来金鱼藻叶上优势种首先仍是钟形钟虫，其次才是葡萄领鞭虫。

从 V、IV 两站的 3 种水草上周丛原生动物数量周年变动情况可以归纳为以下两点：

1. 无论何站、何种水草，茎和叶上均有共同的趋势，即在低温的冬季出现数量高峰。成为数量高峰的优势种类主要是钟形钟虫，占原生动物总数的 80—90%。

2. 从茎、叶单位面积上原生动物数量比较来看，V 站比 IV 站低得多，两者相差达 5—11 倍。V 站黄丝草和同站聚草上数量比较接近，IV 站的金鱼藻上的数量比同站聚草为高。

（三）水草上原生动物种类组成的比较

历年来在东湖各种水草上共观察到原生动物 175 种，其种类名录列于表2。本节仅就原生动物数量变动中的种类组成作些比较。在水草原生动物定量工作中共计数到 93 种原生动物，其名录见表 2。周丛生物主要指那些着生在基质上的种类，着生的方式可以用柄、也可以筑鞘于基质上。这些种类称之为真周丛生物（euperiphyton）。还有一些种类也喜欢在基质上生活，但它们不是着生的，而是能在基质上爬行移动的，称之为伪周丛生物（pseudoperiphyton）。表 2 所列的根足纲、辐足纲、纤毛纲全毛亚纲（Holotricha）中的裸口目（Gymnostomatida）、毛口目（Trichostomatida）、膜口目（Hymenostomatida）、吸管亚纲（Suctoria）中的一小部分和旋唇亚纲（Spirotricha）中的大部分，共计 65 种，属于伪周

表 2 东湖周丛原生动物种类及数量等级

种名	数量等级			
	V站		IV 站	
	黄丝草	聚草	聚草	金鱼藻
动鞭纲 Zoomastigophora				
领鞭科 Codosigidae				
葡萄领鞭虫 *Codonosiga botrytis* (Ehrenberg) ▲	4	4	5	6
伞形领鞭虫 *Codonosiga umbellata* (Tatem, Stein)				
管根鞭虫 *Salpingorphiza* sp.	0	0	4	0
杯鞭科 Bicosoecidae				
细杯鞭虫 *Bicoeca exilis* Penard				
尖底管领鞭虫 *Salpingoeca buetschlii* Lemm.	4	0	0	4
屋滴科 Oikomonadidae				
聚屋滴虫 *Oikomonas socialis* Moroff				
滴虫科 Monadidae				
球花虫 *Anthophysa vegetans* Müller				
根足纲 Rhizopodea				
变形科 Amoebidae				
泡状变形虫 *Amoeba alveolata* Mereschkovsky *	0	0	0	1
大变形虫 *Amoeba proteus* Leidy *	2	0	0	1
表壳科 Arcellidae				
盘状表壳虫 *Arcella discoides* Ehrenberg *▲	0	2	0	0
弯凸表壳虫 *Arcella gibbosa* Penard *				
半圆表壳虫 *Arcella hemisphaerica* Perty *				
多孔表壳虫 *Arcella polypora* Penard *				
普通表壳虫 *Arcella vulgaris* Ehrenberg *	3	3	2	3
匣壳科 Centropyxiidae				
针棘匣壳虫 *Centropyxis aculeata aculeata* Stein *▲	5	3	3	2
旋匣壳虫 *Centropyxis aerophila aerophila* Deflandre *	4	2	3	0
表壳匣壳虫 *Centropyxis arcelloides* Penard *	3	2	0	2
压缩匣壳虫 *Centropyxis constricta* Ehrenberg *				
盘状匣壳虫 *Centropyxis discoides* Penard *▲	4	4	3	3
凸匣壳虫 *Centropyxis gibba* Deflandre *	4	2	0	0
砂壳科 Difflugiidae				
尖顶砂壳虫 *Difflugia acuminata* Ehrenberg *	2	0	0	0
褐砂壳虫 *Difflugia avellana* Penard *	3	0	2	0
冠砂壳虫 *Difflugia corona* Wallich *	3	2	0	0
球形砂壳虫 *Difflugia globulosa* Dujardin *	2	2	0	0
尖顶长圆砂壳虫 *Difflugia oblonga acuminata* Ehrenberg *	3	0	0	0
长圆砂壳虫 *Difflugia oblonga oblonga* Ehrenberg *	0	2	0	0
红质砂壳虫 *Difflugia rubescens* Penard *				
虱砂壳虫 *Difflugia pulex* Penard *	3	0	0	0
梨壳科 Nebelidae				
半球法帽虫 *Phryganella hemisphaerica* Penard *				
鳞壳科 Euglyphidae				
有棘鳞壳虫 *Euglypha acanthophora* Ehrenberg *	0	1	0	0
辐足纲 Actinopodea				

续表 2

种　　名	数量等级			
	V 站		IV 站	
	黄丝草	聚草	聚草	金鱼藻
太阳科 Actinophryidae				
放射太阳虫 *Actinophrys sol* Ehrenberg *▲	0	2	4	4
轴丝光球虫 *Actinosphaerium eichornii* Ehrenberg *	0	0	0	1
刺胞科 Acanthocystidae				
叉棘刺胞虫 *Acanthocystis chaetophora* Schrank *				
月形刺胞虫 *Acahthocystis erinaceus* Penard *	0	1	0	0
微红泡套虫 *Pompholyxophrys punicea* Archer *				
苍白刺日虫 *Raphidiophrys pallida* Schulze *▲	3	2	2	2
纤毛纲 Ciliata				
斜口科 Enchelyidae				
天鹅长吻虫 *Lacrymaria olor* O. F. Müller *				
圆口科 Trachellidae				
念珠长颈虫 *Dileptus monilatus* (Stokes) *				
裂口科 Amphileptidae				
单核斜叶虫 *Loxophyllum uninucleatum* Kahl *				
斜片科 Loxodidae				
条纹斜片虫 *Loxodes striatus* (Engelmann) *				
戎装科 Chlamydodontidae				
食藻斜管虫 *Chilodonella algivora* Kahl *				
盖口科 Nassulidae				
刺泡圆纹虫 *Cyclogramma trichocystis* (Penard) *				
小胸科 Microthoracidae				
水藓细咽虫 *Leptopharynx sphagnetorum* (Levander)*				
大口细咽虫 *Leptopharynx eurostoma* Kahl *				
旋毛科 Dysteriidae				
小轮毛虫 *Trochilia minuta* Roux *				
刀口科 Spathidiidae				
钯状刺突虫 *Legendrea loyezae* Fauré *				
壳吸管科 Acinetidae				
柯壳吸管虫 *Acineta collini* Kahl	0	4	2	0
粗壮壳吸管虫 *Acineta foetida* Maupas ▲	0	2	2	3
沼壳吸管虫 *Acineta limnetis* Goodrich and Jahn	0	0	0	3
淡水围壳吸管虫 *Pariacineta buckei* (Kent)	0	0	0	3
足吸管科 Podophryidae				
后壳吸管虫 *Metacineta mystacina* (Ehrenberg)	0	0	0	2
巧拟壳吸管虫 *Paracineta elegans* (Imhoff) ▲	4	5	4	4
尼泊尔拟壳吸管虫 *Paracineta nealopitana* (Daday)	4	3	3	0
固着足吸管虫 *Podophrya fixa* (O. F. Müller)	3	0	0	2
大球吸管虫 *Sphaerophrya magna* Maupas *▲				
树吸管科 Dendrosomidae				
结节锚吸管虫 *Lernaeophrya capitata* Pérez *▲	0	0	2	4
累枝毛吸管虫 *Trichophrya epistylidis* Claparéde et Lachmann ▲	0	0	0	3
睫杵科 Ophryoglenidae				

续表 2

种名	数量等级			
	V站		IV站	
	贵丝草	聚草	聚草	金鱼藻
黑睫杵虫 *Ophryoglena atra* Lieberkühn *				
四膜科 Tetrahymenidae				
大篮环虫 *Cyrtolophosis major* Kahl *				
斜斜头虫 *Loxocephalus plagius* (Stokes) *				
梨形四膜虫 *Tetrahymena pyriformis* (Schewiakoff) *				
前口科 Frontoniidae				
中心旋右虫 *Dexiotrichides centralis* (Stokes) *				
尖尾前口虫 *Frontonia acuminata* Ehrenberg *				
浮游肾口虫 *Malacophrys rotans* Kahl *				
口帆科 Pleuronematidae				
套发袋虫 *Cristigera vestita* Kahl *				
膜科 Ophrydiidae				
粗茎膜虫 *Ophrydium crassicaule* Penard ▲	0	0	3	4
胶群膜虫 *Ophrydium eichhorni* Ehrenberg	0	0	3	3
浮萍膜虫 *Ophrydium lemnae* Kahl ▲	0	0	2	2
点膜虫 *Ophrydium pictum* Kent	3	3	3	3
钟形科 Vorticellidae				
颗粒独缩虫 *Carchesium granulatum* Kellicott △				
螅状独缩虫 *Carchesium polypinum* (Linné) ▲	2	3	5	3
大柱间隙虫 *Intranstylym macrostylum* Stokes △				
缩钟虫 *Vorticella abbreviata* Keiser △	3	0	0	0
领钟虫 *Vorticella aequilata* Kahl	3	1	0	0
钟形钟虫 *Vorticella campanula* Ehrenberg ▲	6	6	6	7
衣钟虫 *Vorticella chlamydophora* Penard				
沟钟虫 *Vorticella convallaria* (Linné)	2	3	1	0
厚茎钟虫 *Vorticella crassicaulis* Nenninger △				
隆突钟虫 *Vorticella fromentei* Kahl				
水蚤钟虫 *Vorticella kahli* Stiller △				
壮柄钟虫 *Vorticella macrophrya* Stokes	0	3	3	3
珍珠钟虫 *Vorticella margaritata* Fromentel				
自由钟虫 *Vorticella mayeri* Fauré-Fremiet				
小口钟虫 *Vorticella microstoma* Ehrenberg	0	0	3	3
念珠钟虫 *Vorticella monilata* (Tatem) ▲	4	3	4	5
星云钟虫 *Vorticella nebulifera* O. F. Müller-Ehrenberg				
八钟虫 *Vorticella octava* Stokes ▲	0	3	4	3
点钟虫 *Vorticella picta* (Ehrenberg)	4	3	4	4
似钟虫 *Vorticella similis* Stokes ▲	5	5	5	6
套钟虫 *Vorticella vestita* Stokes ▲	3	3	4	4
屑聚缩虫 *Zoothamnium hentscheli* Kahl ▲	0	0	3	3
鞘居科 Vaginicolidae				
环靴纤虫 *Cothurnia annulata* Stokes	4	4	4	4
花靴纤虫 *Cothurnia floscularia* Perty	3	0	3	2
大靴纤虫(新种) *Cothurnia magna* sp. nov.	0	0	1	0

续表 2

种名	数量等级			
	V站		IV 站	
	黄丝草	聚草	聚草	金鱼藻
长圆靴纤虫 *Cothurnia oblonga* Kahl	0	2	2	2
圈柄靴纤虫 *Cothurnia plectostyla* Stokes △				
鞘靴纤虫 *Cothurnia vaga* Roux	2	1	2	3
梳状平鞘虫 *Platycola butschlii* Nüsslin				
长颈平鞘虫 *Platycola longicollis* Kent ▲	5	2	4	4
多纹平鞘虫(新种) *Platycola multistriata* sp. nov. ▲	4	0	0	2
亲缘杯居虫 *Pyxicola affinis* Kent	3	0	0	3
压缩杯居虫 *Pyxicola constricta* Stokes ▲	5	4	5	5
波缘杯居虫 *Pyxicola limbata* (Stiller)	3	3	0	0
小杯居虫 *Pyxicola pusilla* Wrzesniowski				
袋扉甲虫 *Thuricola folliculata* (O. F. Müller)				
细削扉甲虫 *Thuricola kellicottiana* (Stokes) ▲	0	1	3	3
甕鞘居虫 *Vaginicola amphorella* Maskell	2	2	0	2
金鱼藻鞘居虫 *Vaginicola ceratophylli* Penard	2	0	0	1
晶莹鞘居虫 *Vaginicola crystallina* Ehrenberg ▲	3	4	4	4
斗鞘居虫(新种) *Vaginicola cupulata* sp. nov.				
弯鞘居虫(新种) *Vaginicola curvata* sp. nov.				
明鞘居虫 *Vaginicola fromentei* Stiller	2	3	3	4
大鞘居虫 *Vaginicola gigantea* d'Udekem				
妙鞘居虫 *Vaginicola ingenita* (O. F. Müller) ▲	4	4	4	4
小口鞘居虫 *Vaginicola leptosoma* Stokes	2	3	3	3
片鞘居虫 *Vaginicola lobata* Daday	0	0	2	3
平行鞘居虫 *Vaginicola parallela* Maskell	3	0	3	3
褶鞘居虫(新种) *Vaginicola plicata* sp. nov.				
色鞘居虫 *Vaginicola tincta* Ehrenberg	3	3	5	4
颈瓶科 Lagenophryidae				
鞘颈瓶虫 *Legenophrys vaginicola* Stein △				
累枝科 Epistylidae				
伞形聚钟虫 *Campanella umbellaria* (Linné) ▲	3	4	4	4
节累枝虫 *Epistylis articulata* Fromentel ▲	0	4	3	3
厚盘累枝虫 *Epistylis balatonica* Stiller				
短枝累枝虫 *Epistylis breviramosa* Stiller △				
绿累枝虫(新种) *Epistylis chlorelligerum* sp. nov. ▲	4	4	4	4
水蚤累枝虫 *Epistylis daphniae* Fauré-Fremiet △				
镖蚤累枝虫 *Epistylis diaptomi* Fauré-Fremiet △				
浮动累枝虫 *Epistylis fluitans* Fauré-Fremiet				
蚜螅累枝虫 *Epistylis geleii* Stiller △				
壁累枝虫 *Epistylis hospes* Fromentel				
褶累枝虫 *Epistylis plicatilis* Ehrenberg ▲	4	4	4	4
小褶累枝虫 *Epistylis plicatilis minor* Lenninger				
浮游累枝虫 *Epistylis rotans* Svec	2	0	0	0
跟累枝虫 *Epistylis vaginula* Stokes				
套累枝虫 *Epistylis vestita* Stokes	2	0	2	3
剑蚤累枝虫 *Epistylis zachokkeri* Keiser △				
垂缩盖虫 *Opercularia allensi* Stokes				
果盖虫 *Opercularia berberina* Linné △				
点头盖虫 *Opercularia nutans* Ehrenberg	4	4	4	4
珊状盖虫 *Opercularia penardi* Kahl	0	0	0	3

续表 2

种名	数量等级			
	V站		IV站	
	黄丝草	聚草	聚草	金鱼藻
彩盖虫 *Opercularia phryganeae* Kahl ▲	2	4	3	4
褶盖虫 *Opercularia plicatilis* Stokes				
护盖虫 *Opercularia protecta* Penard ▲	0	0	3	4
伪果盖虫 *Opercularia pseudobarberina* Wang	3	4	4	4
粗纹盖虫 *Opercularia rugosa* Kellicott				
环后柱虫 *Opisthostyla annulata* Stokes				
微小后柱虫 *Opisthostyla pusilla* Stokes				
内褶盖果虫 *Propyxidium invaginatum* Stokes	3	0	0	2
点头盖果虫 *Propyxidium nutans* Stokes ▲				
瓶盖果虫 *Propyxidium urceolatum* Stokes ▲	0	0	0	3
春盖果虫 *Propyxidium vernale* Stokes	4	4	0	2
圆柱杆柱虫 *Rhabdostyla cylindrica* Stiller△				
梨形杆柱虫 *Rhabdostyla pyriformis* Perty				
杯形科 Scyphidiidae				
泡杯虫 *Scyphidia physarum* Lachmann				
粗纹杯虫 *Scyphidia rugosa* Dujardin				
钵形科 Urceolariidae				
虱车轮虫 *Trichodina pediculus* Ehrenberg *				
喇叭科 Stentoridae				
天蓝喇叭虫 *Stentor coerulcus* Ehrenberg	2	2	2	3
火红喇叭虫 *Stentor igneus* Ehrenberg	0	4	2	0
多态喇叭虫 *Stentor polymorphus* Müller	3	2	2	3
带核喇叭虫 *Stentor roeseli* Ehrenberg ▲	4	4	4	4
旋口科 Spirostomatidae				
单核赭虫 *Blepharisma steini* Kahl *				
大旋口虫 *Spirostomum ambiguum* Ehrenberg *				
娇旋口虫 *Spirostomum teres* Clàparéde et Lachmann *				
砂壳科 Tintinnidae				
王氏似铃壳虫 *Tintinnopsis wangi* Nie *	0	0	0	1
游仆科 Euplotidae				
大口游仆虫 *Euplotes eurystomus* Wresniowski * ▲	0	0	2	0
表率盘状游仆虫 *Euplotes patella typicus* (Müller) *				
尖毛科 Oxytrichidae				
裸毛旋虫 *Chaetospira mulleri* Lachmann *	0	0	2	4
似后毛虫 *Opisthotricha similis* Ehrenberg * ▲	3	2	2	2
大侧纤虫 *Pleurotricha grandis* Stein *				
污针棘行毛虫 *Stichotricha aculeata sapropelica* Kahl *				
贻贝棘尾虫 *Stylonychia mytilus* Ehrenberg *				
微小棘尾虫 *Stylonychia pusilla* Kahl *				
软棘速体虫 *Tachysoma parvistyla* Stokes *				
细长尾体虫 *Urosoma cienkowskii* Kowalewski *				
大柱尾体虫 *Urosoma macrostyla* Wrzenskiowski *				

表内有数量等级的种类表示在定量工作中计数到的种类，计 93 种。

*——伪周丛原生动物，计 65 种。

▲——人工基质定量工作中出现的种类，计 37 种。

△——次生性周丛原生动物，计 14 种。

丛原生动物，占整个种类的 37.1%。其余的 110 种包括表上列出的动鞭纲、纤毛纲、吸管亚纲的大部分、旋唇亚纲的一部分以及缘毛亚纲 (Peritricha) 等属于真周丛原生动物，占整个种类的 62.9%。

在定量工作中共计数到 93 种原生动物。按全年计数到的数量不同，分为下列 8 个等级。

等级	全年计数量 (个/厘米^2)
0	0
1	0.001—0.009
2	0.01—0.099
3	0.1—0.99
4	1—10
5	11—100
6	101—1,000
7	1,001—10,000

表 2 内的数字即为这 93 种原生动物在不同采集站、不同水草上的数量级别。从两个

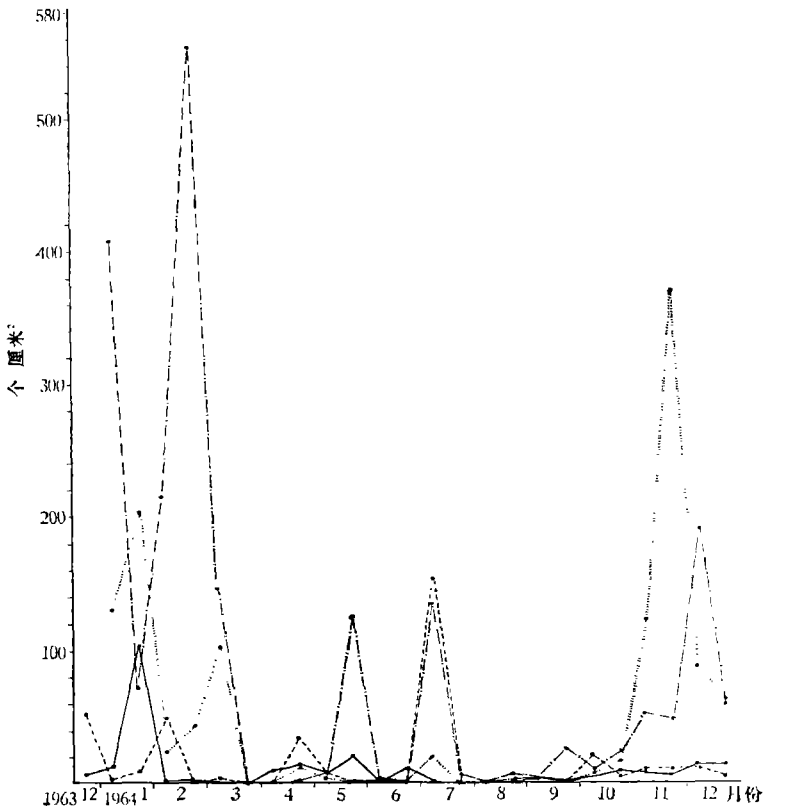


图 5　钟形钟虫 *Vorticella campanula* 在叶上的数量变动

……IV 站聚草；　———V 站聚草；

—·—·—IV 站金鱼藻；　--------V 站黄丝草。

站的数量级别比较，IV 站高于 V 站的有 49 种，低于 V 站的有 34 种，其余 10 种两站相等。由此可见 IV 站的周丛原生动物数量要比 V 多些。

在整个周丛原生动物种群中个体丰多的常见种(亦即优势种)只占整个种类的很小部分。绝大多数种类是个体数量不多的种类。优势种在两个站 3 种水草中基本相似。钟形钟虫是全年可见的首要的优势种，占整个原生动物数量的 80—90%，左右了原生动物数量变动和高峰期的出现。仅以叶上的数量为例，两个站 3 种水草中，钟形钟虫一般均在 1—2 月和 11—12 月出现高峰(图 5)。此外定量检查中出现频率虽高，但占总数比例不大的种类依次为似钟虫，压缩杯居虫、拟壳吸管虫 (*Paracineta patula*)、长颈平鞘虫 (*Platycola longicollis*)、褶累枝虫、环靴纤虫 (*Cothurnia anuleata*)、带核喇叭虫 (*Stentor roeseli*)、妙鞘居虫 (*Vaginicola igenita*)、晶莹鞘居虫 (*Vaginicola crystallina*)、螅状独缩虫 (*Carchesium polypinum*)、伞形聚钟虫 (*Campanula umbellaria*)、绿累枝虫，新种 (*Epistylis chlorelligerum* n. sp.)、明鞘居虫 (*Vaginicola fromentei*)、点头盖虫 (*Opercularia nutans*)、彩盖虫 (*Opercularia phryganeae*) 等。还有一些种类是不同水草上的特有种类。如黄丝草上的 5 种匣壳虫 (旋匣壳虫、针棘匣壳虫、表匣壳虫、盘状匣壳虫、凸匣壳虫) 不仅在定量检查中频频出现，而且数量也不少，在低温的 1 月达 31.2 个/厘米^2，占总数的 88.6% (图 6)。显然这是黄丝草在进行光合作用时在表面生成碳酸钙沉淀，促进了匣壳虫的生长。匣壳虫在其他水草上很少，最多只 1.7 个/厘米^2，而且在定量检查中也不经常出现。还有有柄的动鞭毛虫——葡萄领鞭虫，在 IV 站的聚草和金鱼藻上是仅次于钟形钟虫的第二优势种。在水温仍较低的 3 月初同时出现数量高峰，聚草叶上达 116 个/厘米^2，占原生动物总数的 38%。金鱼藻叶上达 832 个/厘米^2，占原生动物总数的 84.6% (图 6)。但是在 V 站的聚草和黄丝草上数量均很少，最多只有 10 个/厘米^2。可见本种比较喜欢生活在有机物比较丰富的 IV

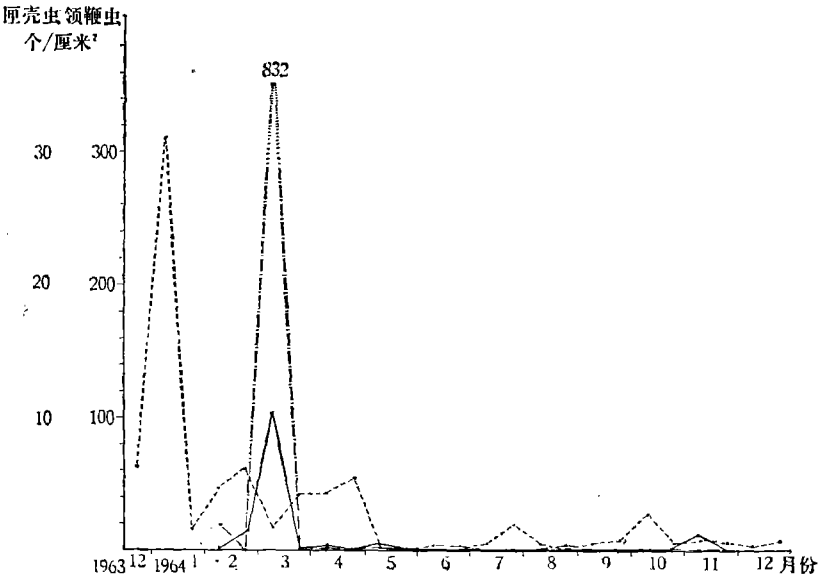


图 6 五种匣壳虫 *Centropyxis* spp. 及葡萄领鞭虫 *Codonosiga botrytis* 的数量变动
--------V 站黄丝草叶上的五种匣壳虫； —·—·—IV 站金鱼藻叶上的葡萄领鞭虫；
————IV 站聚草叶上的葡萄领鞭虫。

站。

综上所述，水草上原生动物种类组成可归纳为：

1. 水草上真正的周丛原生动物种类占多数。第一优势种是钟形钟虫，这在两个站 3 种水草上均为一致。

2. 由于环境的不同，IV 站聚草和金鱼藻上第二优势种为葡萄领鞭虫。由于水草本身生态特点不同，V 站黄丝草上第二优势种是 5 个不同种类的匣壳虫。

3. 根据两个站数量级别的比较，IV 站的周丛原生动物数量比 V 站为高。

（四）人工基质上的周丛原生动物

人工基质和水草虽然均按 40 厘米距离分层取样，但由于水不深，在风浪的影响下营养物质在水层中分布是均匀的。因此人工基质各层无明显的种类和数量上的差异。

从 IV 站人工基质上原生动物群集的数量变动（图 7）可以看出温度低的 4 月和 12 月原生动物形成群集的速度是很缓慢的，大致为 0.02—3.6 个/厘米²/15 天，平均 1.8 个/厘米²/15 天。从 5 月中旬起到 10 月底原生动物的形成群集速度较快，平均为 39 个/厘米²/15 天，最高是 8 月底、9 月初，为 56 个/厘米²/15 天。数量高峰出现在温度较高的季节。这一情况和水草上周丛原生动物是不同的。

在挂片定量工作中原生动物共出现 37 种，也都是水草周丛原生动物中观察到的种类。和水草一样，以真周丛原生动物为主。按单位面积平均数比较，挂片上第一优势种类也是钟形钟虫，其次按序是似钟虫、大球吸管虫（*Sphaerophrya magna*）、念珠钟虫（*Vorticella monilata*）、葡萄领鞭虫、带核喇叭虫，和水草上的优势种基本一致（图 8、9）。

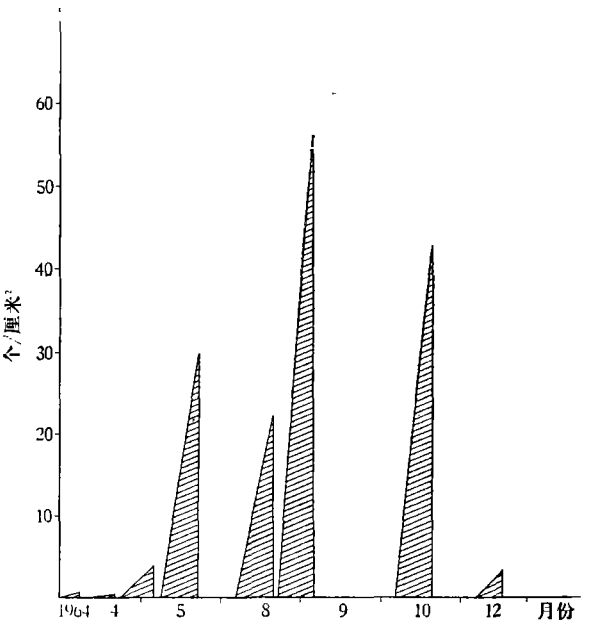


图 7　IV 站挂片上原生动物在 15 天内群集数量的比较

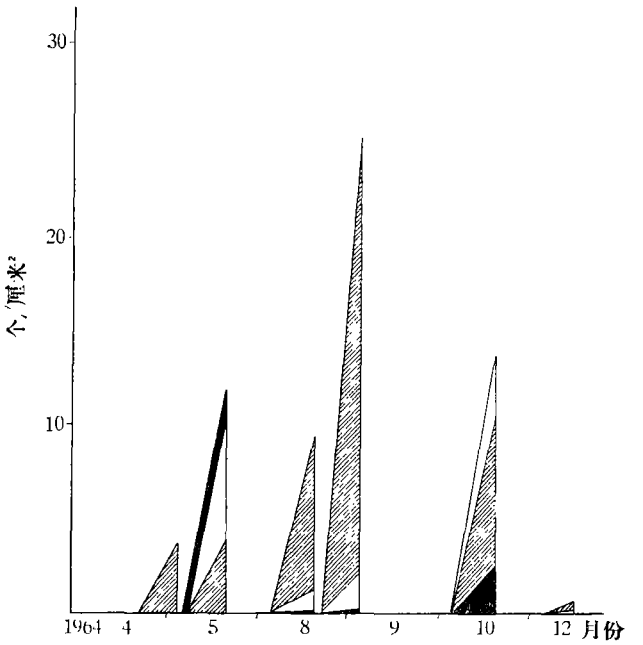


图 8 IV 站挂片上三种钟形虫在 15 天内群集数量的比较

钟形钟虫 *V. campanula* 似钟虫 *V. similis* 念珠钟虫 *V. monilata*

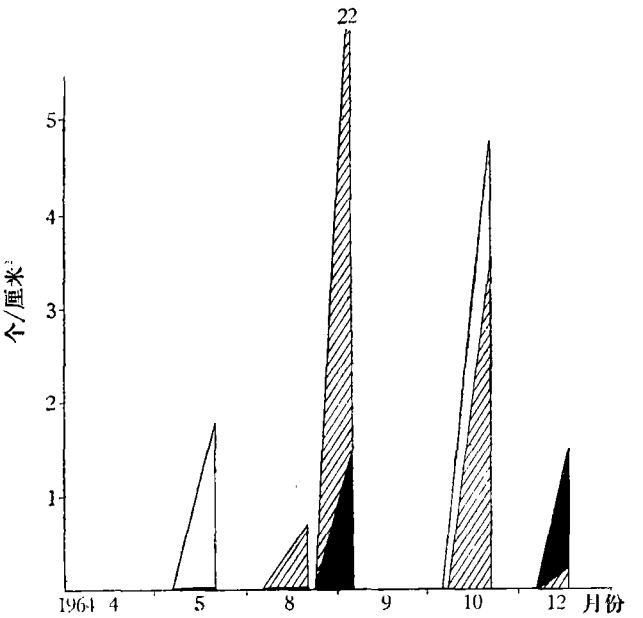


图 9 IV 站挂片上大球吸管虫、带核喇叭虫和葡萄领鞭虫在 15 天内群集数量的比较

大球吸管虫 *Sphaerophrya magna*; 带核喇叭虫 *Stentor roeseli*;
葡萄领鞭虫 *Codonosiga botrytis*。

从挂片原生动物群集速度的平行试验中可以看出，在温度高的季节，原生动物数量高，表现在其形成群集的速度快。这和水草上原生动物数量高峰出现在低温季节很不相

同。但是挂片上的种类组成和优势种则和水草的一致。

讨　论

（一）周丛原生动物数量变动的特点

我国的湖泊大多属于浅水湖泊，沿岸的水生高等植物相当丰富，水深 5 米上下的湖泊往往湖中心也有沉水植物。很多种水生植物是草食和杂食性鱼类的天然食料，水生植物上的周丛生物也随之而被鱼所吞食，成为鱼类营养来源的一部分。在水草上周丛生物是很丰富的，凡水体中含有的生物分类阶元，在水草周丛生物中都会出现。有自养的藻类，也有异养性的无脊椎动物，后者包括食藻和肉食性的种类。这些生物在食物链的各个环节上彼此相互制约，构成一个动态平衡的生态群落。在人工基质上的周丛生物也有同样情况。本文除了观察原生动物以外，还观察到胶鞘轮虫（*Collotheca*）等 26 种轮虫。从食物链的关系上进行分析，可以认为这些轮虫是起了抑制原生动物生长的作用的[17]。此外，线虫、寡毛类、螺类等均可直接吃原生动物。另一方面，细菌和藻类又组成原生动物的食料，促进了原生动物的生长。但是在这一复杂的周丛生物群落结构中，原生动物的数量变动并不是起伏无常，而仍然显示出特有的规律，即在低温的冬季出现数量高峰，在温度高的 5—10 月，数量反而很低。如果和东湖水体中自由生活的原生动物数量变动比较，就可以看出有明显的不同。作者与顾曼如（1965）[1]曾指出，无论湖中心还是湖汊，原生动物均显示出春、秋数量高峰的这一规律，并认为温度与食物是影响原生动物生长的主要因子。本文研究的是水草上的周丛原生动物数量变动。虽然都是在东湖中，但研究的范畴不同，反映的情况也就显然不同。首先，从原生动物本身来说，本文研究的是周丛原生动物，绝大多数都是有柄的、或有鞘的着生种类。其他的一些伪周丛生物也仍然喜欢在水草上生活。既能营周丛生活，又能营浮游生活的种类虽然也有的，但不很多。本文提及的 175 种原生动物与 1965 年一文比较，仅 27 种出现在水体中原生动物种类组成名录中。可见原生动物的种类组成在水草上和水体中是大不相同的。况且优势种类也不一样。水草上原生动物优势种类是钟形钟虫，水体中自由生活的原生动物的优势种类是大弹跳虫（*Halteria grandinella*）。再从全湖的生境范围来说，东湖各方面的理化环境因子无论对水体中或水草上原生动物的影响虽是一样的，但水草上的原生动物还受到水草上小生境环境因子的影响，而且这种影响更为直接和明显。往往在一株水草上就可以反映出整个周丛生物群落构成一条完整的食物链。因此，在分析水草上周丛原生动物数量变动的因子时，必须把水草本身和水草有关的一些因子作为分析的重点。

还在 30 和 40 年代，就有一些作者提出过不同的水草，因其形状、年龄和生长速度的不同，所以着生的原生动物种类和数量也就不同（Cholnoky, 1927[9]; Krecker, 1939[13]）。不过他们对原生动物的数量只进行相对的估计，没有单位面积或单位重量的数值。后来的一些作者往往都是用人工基质的方法来研究包括原生动物在内的周丛生物的生态和分类（Sladeckova, 1962[18]; Hammann, 1952[10]; Wilbert, 1969[22]; Nusch, 1970[17]）。从本文的材料中可以看出人工基质上原生动物种类组成和水草上原生动物种类组成是接近的，优势种类也是一致的。人工基质上也是有由细菌、藻类、原生动物、轮虫、线虫、寡毛类、软

体动物等构成的一条食物链。但是从数量变动来看，人工基质上和水草上不一样。同是IV站，人工基质上着生原生动物形成群集的速度在8—9月份最高，而金鱼藻上原生动物数量高峰是在低温的2—3月，显然水草本身成了周丛原生动物生长的限制因子。因为人工基质本身是固定不变的，而水草在一年中经历了从生长到衰亡的阶段，这种变化对原生动物数量变动不能不起着重大的影响。陈洪达等(1975)[2]对东湖XII、XIII两个断面作了全年水生植物生物量变动的观察以后指出："秋季(8月)是全湖水生植物生物量的高峰期"(第413页)，"XIII断面生物量的逐月变化趋势也可以作为衡量其他断面生物量变化趋势的依据"(第416页)。XIII断面中以金鱼藻占优势。鉴于优势种的水草最能反映该种水草一年中的生长规律，故本文采用XIII断面的金鱼藻的周年生物量变动资料作为比较。金鱼藻的生物量高峰出现于8月，与全湖水生植物生物量高峰期一致。现将金鱼藻生物量的周年变动、金鱼藻上原生动物数量周年变动、挂片上原生动物数量变动三者关系

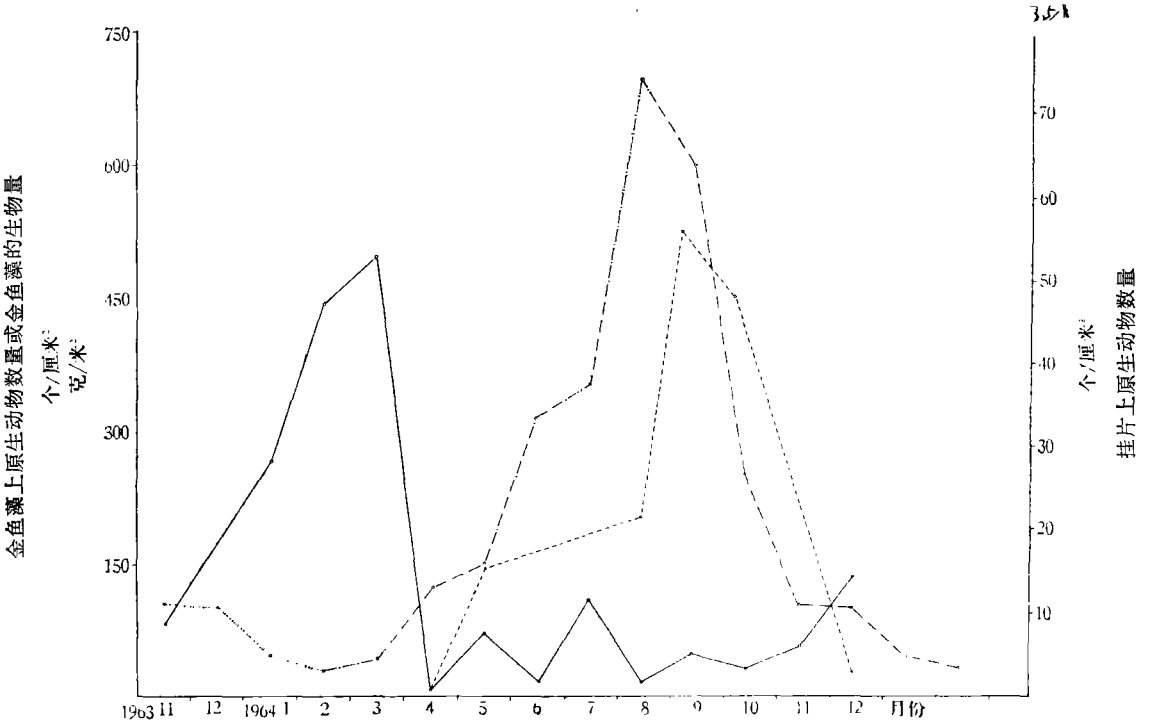


图10 金鱼藻上的原生动物、挂片上的原生动物、金鱼藻生长情况三者之间关系的比较
————IV站金鱼藻叶上原生动物的数量； —·—·—XIII断面金鱼藻生物量；
- - - - - - - -IV站挂片上原生动物在15天内群集的数量。

列于图10。金鱼藻上原生动物数量变动和金鱼藻生物量变动成负相关。金鱼藻生物量在2—3月份很低时，附着的原生动物增长很快，从前一年的11月份为83.3个/厘米²，增到次年3月份的493.5个/厘米²，共增加了5倍。金鱼藻从4月份以后就生长旺盛，从3月份的43克/米²增长到8月份的693克/米²，共增加了15倍。但此时金鱼藻上的原生动物却从3月份的493.5个/厘米²下跌到8月份的19.7个/厘米²，下降了24倍。然而此时挂片上原生动物形成群集的速度却提高得很快，从4和12月份时平均为1.8个/厘米²/15天，到5—10月份时平均为39个/厘米²/15天，提高了20倍。从这三者的关系表明，一方面

因为金鱼藻生长的速度很快，即使从挂片试验上证明原生动物此时的群集速度也很快，但金鱼藻的高速生长提供了更为广阔的原生动物着生的面积，对周丛原生动物数量分布起着疏散的作用，这样就造成单位面积内原生动物数量的下降。另一方面，很可能生长旺盛的水草抵抗外来生物着生的能力较之在衰老的水草为强，这也可能是造成水草生长旺盛时，周丛原生动物单位面积数量下降的另一原因。Bick (1958)[4], Kwiatkowska-Grabacka (1964)[14] 和作者与顾曼如 (1965)[1] 等都提到水草枯萎后对原生动物的生长起促进作用。现在看来，对周丛原生动物也是如此。东湖水生植物从 10 月份起开始枯萎，整个冬天从 11 月到次年 2 月生物量很低。在水草枯萎时，提供了细菌和原生动物很好的营养来源。在 IV 站和 V 站的金鱼藻与聚草上的原生动物在 11 月到次年的 3 月生长很快，均出现数量高峰。因此，作者认为水生植物上周丛原生动物数量变动是与水草本身的生长情况密切相关的。

（二）周丛原生动物与环境污染程度的关系

很久以来，人们从实践中已认识到原生动物，尤其是着生的原生动物能反映环境的污染程度，是很好的指示生物 (Kolkwitz and Marsson, 1909[11]; Liebmann, 1951[16]; Srámek-Husek, 1958[20]; Sládeckova and Sladecek, 1966[19]; Bick, 1958[4], 1972[5])。Cairns 等 (1973[7], 1974[8]) 以及 Burbanck and Spoon (1967[6]) 等用人工基质的方法研究着生原生动物对环境污染的监测作用；作者与蒋燮治 (1979)[3]报道利用原生动物评价工业污水自然净化的效能。东湖中原生动物也能很好地反映环境的污染程度。作者在 1965 年一文的结论中已提到在一定的范围内湖水与湖泥中原生动物的数量是按照四个采样站污化级的递进而依次增加的。水草上周丛原生动物的情况也是一样。V 站接近湖中心，水质比较清；IV 站代表湖湾，沿岸有机物和生活污水的污染较多；BOD_5 的周年变动已明显地反映了这一情况 (图 2)。两个站水草上周丛原生动物数量变动虽趋一致，但数量相差很大。以两个站同期观察的聚草为例，V 站茎上原生动物年平均量为 1.94 个/厘米^2，IV 站为 13.45 个/厘米^2，IV 站比 V 站大 6 倍。V 站叶上原生动物年平均量为 15.27 个/厘米^2，IV 站为 69.50 个/厘米^2，IV 站比 V 站大 3.5 倍(表 1)。这种现象比自由生活的原生动物明显得多。根据作者 1965 年一文的资料，湖中心 II 站水中自由生活的原生动物年平均量为 4,270 个/升，IV 站为 5,497 个/升，IV 站比 II 站增加了 28.7%。虽然也反映出原生动物数量在一定范围内依污染程度的递增而增加，但远不如水草上周丛原生动物反映更为显著。因此，作者认为今后从事原生动物作为指示生物监测环境污染程度的工作时，采用周丛原生动物远比采用自由生活的原生动物为佳。即使水体中没有水草时，也可采用人工基质挂片进行周丛原生动物的对比方法，同样可以取得迅速监测水体中有机污染程度的效果。

参 考 文 献

[1] 沈韫芬、顾曼如,1965。武昌东湖原生动物生态初步研究。水生生物学集刊,**5**(2):146—181。

[2] 陈洪达、何楚华,1975。武昌东湖水生维管束植物的生物量及其在渔业上的合理利用问题。水生生物学集刊,**5**(3):410—420。

[3] 沈韫芬、蒋燮治,1979。从浮游动物评价水体自然净化的效能。海洋与湖沼,**10**(2):161—173。

[4] Bick, H., 1958. Ökologische Untersuchungen an Ciliaten fallaubreicher Kleingewässer. *Arch. Hydrobiol.*, **54**: 506—542.

[5] Bick, H., 1972. Ciliated Protozoa——An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Geneva, 198 pp.

[6] Burbanck, W. D. and D. M. Spoon, 1967. The use of sessile ciliates collected in plastic petri dishes for rapid assessment of water pollution. *J. Protozool.*, **14**(4): 739—744.

[7] Cairns, J., Jr., W. H. Jr. Yongue, and H. Jr. Boatin, 1973. The protozoan colonization of polyurethane foam units anchored in the benthic area of Douglas Lake, Michigan. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **92**(4): 648—656.

[8] Cairns, J., Jr. and W. H., Jr., Yongue, 1974. Protozoan colonization rates on artificial substrates suspended at different depths. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **93**(2): 206—210.

[9] Cholnoky, B. J. V., 1927. Untersuchungen über die Ökologie der Epiphyton. *Archiv. Hydrobiol.*, **18**: 661—705.

[10] Hammann, I., 1952. Ökologische und biologische Untersuchungen an Susswässerperitrichen. *Arch. Hydrobiol.*, **47**: 177—228.

[11] Kolkwitz, R. and M. Marsson, 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.*, **2**: 126—152.

[12] Keiser, A., 1921. Dis sessilen peritrichen Infusorien und Suctorem von Basel und Umgebung. *Rev. Suiss. Zool.*, **28**(12): 221—341.

[13] Krecker, F. H., 1939. A comprative study of the animal population of certain submerged aquatic plants. *Ecology*, **20**(4): 553—562.

[14] Kwiatkowska-Grabacka, E., 1964. Infusoria appearing on the mowed plants in ponds. *Acta Hydrobiol.*, **6**(1): 1—11.

[15] Legner, M., 1973. Experimental approach to the role of protozoa in aquatic ecosystems. *Amer. Zool.*, **13**(1): 177—192.

[16] Liebmann, H., 1951. Handbuch der Frischwässer- und abwasserbiologie; Biologie des Trinkwassers, Badewassers, Frischwassers, Vorfluters und Abwassers. Bd. 1—2, S. 1—539.

[17] Nusch, E. A., 1970. Ökologische und systematische Untersuchungen der Peritriche (Protozoa, Ciliata) in Aufwuchs von Talsperren und Fluss-Stauen mit verschiedenem Saprobitätsgrad. *Arch. Hydrobiol.* (Suppl.), **37**(3): 243—386.

[18] Sládečkova, A., 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. *Bot. Rev.*, **28**: 286—350.

[19] Sládečkova, A. and V. Sládeček, 1966. The indicator value of some sessile protozoans. *Arch. Protist.*, **109**(4): 223—225.

[20] Srámek-Hušek, R., 1958. Die Role der Ciliatenanalyse bei der biologischen Kontrolle von Flussverunreinigungen. *Verhandl. internat. ver. Limnol.*, **13**(2): 636—645.

[21] Waters, T. F., 1977. Secondary production in inland waters. *Ecol. Res.*, **10**: 91—164.

[22] Wilbert, N., 1969. Ökologische Untersuchung der Aufwichs-und Planktonciliaten eines eutrophen Weihers. *Arch. Hydrobiol.* (Suppl.), **35**(4): 411—518.

ECOLOGICAL STUDIES ON THE PERIPHYTIC PROTOZOA IN LAKE DONG HU, WUHAN

Shen Yunfen

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

Abstract

A previous article relating to the ecological study on the planktonic protozoans in Lake Dong Hu (Tung-Hu) was published in 1965. The present paper deals with the periphytic protozoans of the same lake. Samples were collected at semi-monthly intervals at 2 stations (Stations IV and V in Fig. 1) during the period from December, 1963 to December, 1964. Examination of the samples revealed a total of 175 species of periphytic protozoans (Table 2), of which 110 species were designated as euperiphyton and the remaining 65 species as pseudoperiphyton. Since only 27 species were common to both planktonic and periphytic habitats, the species composition of the periphytic protozoans was radically different from that of the planktonic ones.

Regarding the seasonal fluctuation in the abundance of periphytic protozoans that grew on the predominant macrophytes (*Potamogeton maackianus, Myriophyllum spicatum* and *Ceratophyllum demersum*), the maximal number was recorded at relatively low water temperatures (Figs. 3—4). The occurrence of this maximum was mainly due to the extraordinary richness of the most predominant species, *Vorticella campanula*, comprising 80—90% of the sum total of periphytic protozoans (Fig. 5). *Centropyxis* spp., which attached mainly to the leaves of *Potamogeton maackianus*, constituted the next predominant group, possibly because of the precipitation of calcium carbonate, which is so needful to this group in building up the lorica, by the process of phytosynthesis in this plant.

In order to elucidate the discrepancy between the season of maximal abundance (winter) of the periphytic protozoans on the one hand and that of the planktonic ones (spring and autumn) on the other hand, a parallel test by means of artificial substratum was made during the investigation. It has been demonstrated that while the species composition of periphytic protozoans on the glass slides was essentially the same as that on the aquatic macrophytes, the tempo of colonizing in the case glass slides was, however, most swift in August and September. From an analysis of the interrelationship between the seasonal fluctuations in the abundance of protozoans growing on *Ceratophyllum demersum*, the biomass of the plant, and the abundance of protozoans attaching to artificial substratum (Fig. 10), it seems justified to suggest that the life cycle of the macrophyte itself exerts a strong influence over the seasonal fluctuatuon in the abundance of periphytic protozoans.

The role of the periphytic protozoa as a biological indicator for estimating the degree of saprobity was also investigated. That the annual average number of periphytic protozoans on the leaves of *Myriophyllum spicatum* at Station IV was 4.5 times

that of Station V (Table 1) has been in conformity with the results of our previous study on the planktonic protozoans. In conclusion, the author points out that both the periphytic and planktonic protozoans, especially the attached peritrichous ciliates, play an important role in the assessment of saprobity levels. The new species earmarked in Table 2 will be described in a separate paper.