

德国柏林市 Stechlin 湖原生动动物群落 多样性特征的初步研究^{*}

许木启¹ Petter Kasprzar²

(1:中国科学院动物研究所,北京 100080;2:德国柏林湖沼学和渔业研究所)

提 要 本文报道了作者在 1994 年秋季至 1995 年冬季利用 PFU(Polyurethane Unit Foam, 聚氨酯泡沫塑料块)人工基质和结合传统的采集自然基质方法研究德国柏林市郊 Stechlin 湖原生动动物群落多样性特征的结果,通过连续采样调查,首次记录了该湖 128 种原生动动物. 实验结果表明:在相同采样时间内,3 个不同生境类型的采样站 PFU 原生动动物的群集速度及个体丰度存在明显差异;在相同采样时间和地点,PFU 人工基质能够采集到比自然基质更为多的原生动动物种类,从而进一步证实了 PFU 方法应用在原生动动物群落多样性研究上的优势作用.

关键词 原生动动物 PFU 方法 基质 Stechlin 湖

分类号 Q145

原生动动物构成了湖泊水域食物链中的一个重要环节,在湖泊生态系统的物质循环和能量流动过程中发挥了十分重要的作用. 在整个浮游动物类群中,无论是种群增长率和毛生产力,还是净生产力和生物量,原生动动物占有相当大的比例和地位^[1,2]. 由于原生动动物种类多、数量大、繁殖速度快,因此它们的群落结构的变化在很大程度上可以影响到水生食物网的组成,因而也直接或间接地影响较高或较低等水生生物种类的分布和丰度. 从生态学观点来讲,原生动动物组成了自然水域重要生态类群,它们所形成的复杂的种类聚合体组成了水生生态系统中完整的生态单元,显示了整个水生生态系统结构与功能的许多特征^[3,5].

Stechlin 湖位于柏林市郊风景秀丽的自然保护区内,茂密的森林,参天松柏环绕湖的四周. 湖泊的流域面积 12.36km²(80%被森林覆盖),湖泊表面积 4.25km²,平均深度 22.8m,最大深度 68m(夏天溶氧分层),属比较典型的贫营养型湖泊.

过去四十年中 Stechlin 湖在湖沼学的方方面面都进行了深入细致的研究,其中生物学和生态学方面的研究工作被公认为是中、东欧地区所有湖泊中最为出色的^[6]. 但是该湖原生动动物的研究在此之前仍属空白.

作者于 1994 年 11 月初至 1995 年 1 月底(水温 10-1℃),利用 PFU(Polyurethane Unit Foam, 聚氨酯泡沫塑料块)人工基质和结合传统的采集自然基质方法研究德国柏林市郊 Stechlin 湖原生动动物的群落多样性特征. 此项研究的主要目的是通过首次调查 Stechlin 湖原生动动物的种类组成,秋、冬季的数量动态,不同湖区不同基质类型种类和数量分布差异等等,为该湖的生物学和生态学研究 and 湖泊生态系统的优化管理提供背景或基础性资料.

^{*} 国家自然科学基金面上项目(No. 39970138,30170159)、国家自然科学基金重点项目(No. 39730070)和中国科学院院长择优支持基金联合资助.

收稿日期:2001-03-22;收到修改稿日期:2001-09-02. 许木启,男,1950年生,博士,研究员.

1 材料与方法

1.1 采集站的设置

在该湖共设 3 个采样站,其中 I 号站设置在靠近湖中心的敞水区,II、III 号站设在湖岸带(图 1)。II 号站的底质以沙子和石头为主,III 号站地带则生长着较为繁茂的芦苇及其它水生植物,湖底覆盖一层厚厚的水生生物沉积物。

1.2 PFU 样品的挂放与采集

利用 PFU 采集原生动物的技术是美国弗吉尼亚大学 Cairns 教授于 1969 年首创、后由我国沈韞芬院士及其他学者加以不断发展和完善。本次试验所采用的 PFU 人工基质的孔径为 100 - 150 μm 。使用时将其制作成 5.5cm \times 6.5cm \times 7.5cm 的小块。在各采样站水下悬挂 3 簇 PFU(每簇 20 块,可按实验需要增减其块数)。湖心区的 I 号站水位较深(20m),PFU 挂放在一个固定的水文气象观察台的水表面下约 20cm 深处,与湖岸浅水区的 II、III 号站挂放的深度基本一致。样品在水中浸泡后,按实验设计的时间顺序每个站分别采集 2 块 PFU 样品(该项研究采样的时间安排见文中结果与分析部分)。样品用食品塑料袋包装携带回实验室在显微镜下进行活体种类观察鉴定。

1.3 定量样品采集与计算

II、III 号站因水较浅而取 1L 定量水样。位于湖中敞水区的 I 号站由于水较深(20m),利用采水器取上、中、下层混合水样的 1L 定量水样。水样现场用鲁哥试液固定。样品在实验室沉淀 40h 后浓缩定容至 30mL,然后用定量吸管吸取 0.1mL 注入 0.1mL 的记数框中,在 20 \times 20 的放大倍数下计数 3 次样品,取其平均值。然后按下列公式换算成单位体积中的个体数量:

$$N = (V_s \times n) / (V \times V_a)$$

式中, N 为 1L 水中原生动物的个体数(ind./L); V 为采样体积(L); V_s 为沉淀体积(mL); V_a 为计算体积(mL); n 为计算所得的个体数。

1.4 水中理、化指标的测定

为了有利于生物资料的分析,文中利用了该研究所水化学实验室 1994 年对 Stechlin 湖几种主要理化指标一年中分析测试数据的平均值。所有的理化指标均按标准方法测定。

2 结果与分析

2.1 Stechlin 湖几种主要理化指标特征

Stechlin 是一个比较典型的寡营养湖泊型湖泊,水中溶解氧充足,年平均值为 12.5mg/L。

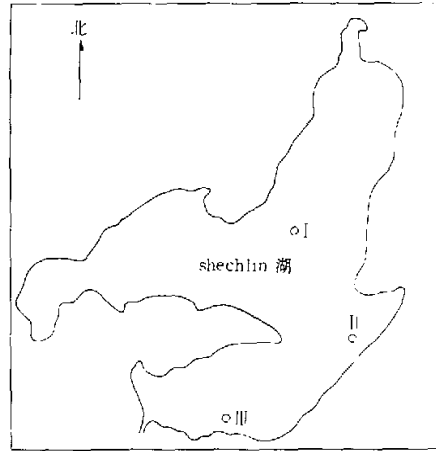


图 1 Stechlin 湖 PFU 原生动物采样站示意图

Fig. 1 Map of Stechlin Lake showing PFU protozoan sampling sites

氮、磷营养盐类含量均很低,其中磷酸盐($\text{PO}_4\text{-P}$)为 0.0025mg/L , 氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)为 0.035mg/L , 而硝态氮($\text{NO}_3\text{-N}$)的年均值是 0.052mg/L (表 1).

表 1 Stechlin 湖几种主要理化指标(mg/L)

Tab. 1 Parameters of chemical and physical data at mean values in Stechlin Lake in 1994 (mg/L)

DO	pH	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_3\text{-N}$
12.5	7.3	0.0025	0.052	0.035

2.2 原生动物的种类组成

三个月期间,通过对 50 多块 PFU 和沿湖岸边各种自然基质(石头、木棒、枯枝、沉水植物、船体等)的采样检查,共发现 128 种原生动物,其中鞭毛虫 24 种(属)、肉足虫 26 种(属)和 78 种纤毛虫(表 2). 作者不能认为 128 种原生动物就是 Stechlin 湖的全部种类,随着实验时间的延长,以前没有被记录的种类可能还会被发现. 与美国的 Douglas 湖(表面积 13km^2 , 平均深度 25m)比较,Stechlin 湖原生动物的多样性稍微低于前者. Douglas 湖在 1982 年末记录有原生动物 149 种^[7]. 分析这种差异可能主要是与湖泊的水环境条件不同有关. Douglas 湖属于中度富营养型湖泊,而 Stechlin 湖为寡营养型湖泊. 一般认为,中度富营养型湖泊比寡营养型湖泊更有利于原生动物群落的发展.

表 2 Stechlin 湖原生动物种类名录(1994 年 10 月 - 1995 年 1 月)

Tab. 2 Protozoan taxa collected from Stechlin Lake, Nov. 1994 - Jan. 1995

鞭毛虫	Flagellates
黄群藻	<i>Synura uvella</i> (Ehrenberg)
葡萄异鞭虫	<i>Anisonelma acinus</i> (Dujardin)
石旋异鞭虫	<i>A. deziotazum</i> (Skuja)
腰带多甲藻	<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müller) Ehrenberg
盾形多甲藻	<i>P. umbonatum</i> (Stein)
实球藻	<i>Pandorina morum</i> (Müller) Pory
群集滴虫	<i>Spumella</i> (<i>Monas</i>) <i>sociabilis</i> (H. Meyer)
辨胞藻	<i>Petatomonas madiocanellata</i> (Stein)
辨胞藻	<i>Petatomonas</i> sp.
波豆虫	<i>Bodo</i> sp.
滴虫	<i>Monas</i> sp.
啮蚀隐藻	<i>Cryptomonas erosa</i> (Ehrenberg)
隐藻	<i>C. obovata</i> (Skuja)
鱼鳞藻	<i>Mallomonas acaroides</i> (Perty var. <i>Striatula</i> Astmund)
具角角甲藻	<i>Ceratium cornutum</i> (E) (Claparede et Lachmann)
角甲藻	<i>C. hirundinella</i> (O. F. Müller) Schrank
可变二态虫	<i>Dimorphu mutans</i> Gruber
蛞蝓鞭变形虫	<i>Mastigamoeba</i> (Moroff)
紫屋滴虫	<i>Oikomonas socialis</i> (Moroff)
甲藻	<i>Cymnodinium lacustre</i> (schiller)
三角袋鞭虫	<i>Peranema trichophorum</i> (Ehrenberg) Stein
衣藻	<i>Chlamydomonas</i> sp.
空球藻	<i>Eudorina elegans</i> (Ehrenberg)
密集维囊藻	<i>dinobryon sertularia</i> (Ehrenberg)

续表 2

肉足虫	Sarcodines
泥碳刺胞虫	<i>Acanthocystis turfacea</i> (Carter)
刺胞虫	<i>Acanthocystis</i> sp.
大变形虫	<i>Amoeba proteus</i> (Leidy)
条纹条变形虫	<i>Thecamoeba striata</i> (Penard)
变形虫	<i>Amoeba</i> sp.
四线甲变形虫	<i>Thecamoeba quadrilineata</i> (Carter)
冠砂壳虫	<i>Diffflugia corona</i> Wallich
叉口砂壳虫	<i>D. gramen</i> Penard
褐砂壳虫	<i>D. axellana</i> Penard
尖顶砂壳虫	<i>D. acuminata</i> Ehrenberg
瓶砂壳虫	<i>D. urceolata</i> Carter
大口表壳虫	<i>Arcella megastoma</i> Penard
普通表壳虫	<i>A. vulgaris</i> Ehrenberg
表壳虫	<i>Arcella</i> sp.
小熊三角咀虫	<i>Trigonopyxis arcuata</i> (Leidy)
绿刺日虫	<i>Raphidiophrys</i> Viridis
刺日虫	<i>Raphidiophrys</i> sp.
筒变形虫	<i>Vahlkampfia limax</i> -group
古纳氏虫	<i>Naegleria</i> sp.
光球虫	<i>Actinosphaerium</i> sp.
放射太阳虫	<i>Actinosphrys sol</i> (Ehrenberg)
坛状曲颈虫	<i>Cyphoderia ampulla</i> Ehrenberg
矛状鳞壳虫	<i>Euglypha laevis</i> Perty
有棘鳞壳虫	<i>E. acanthophora</i> (Ehrenberg)
异胞虫	<i>Heterophrya</i> sp.
纤毛虫	Ciliates
片状漫游虫	<i>Litonotus fasciola</i> (Ehrenberg)
薄片漫游虫	<i>L. lamella</i> (Ehrenberg)
钝漫游虫	<i>L. obtusus</i> Maupas
龙骨漫游虫	<i>L. carinatus</i> Stokes
天鹅漫游虫	<i>L. cygnus</i> (Müller)
有肋盾纤虫	<i>Aspidisca costata</i> (Dujardin)
锐利盾纤虫	<i>A. lynceus</i> Ehrenberg
钝舟形虫	<i>Lembadion bullinum</i> Perty
光明舟形虫	<i>L. lucens</i> Maskell
瓜形膜袋虫	<i>Cyclidium citrullus</i> Cohn
长毛膜袋虫	<i>C. lanuginosum</i> Penard
似膜袋虫	<i>C. simulans</i> Kahl
单一膜袋虫	<i>C. singulare</i> Kahl
颗粒膜袋虫	<i>C. granulosum</i> Kahl
钟形钟虫	<i>Vorticella campanula</i> (Ehrenberg)
点钟虫	<i>V. picta</i> (Ehrenberg)
杯钟虫	<i>V. cupifera</i> Kahl
扩张钟虫	<i>V. extensa</i> (Kahl)
小口钟虫	<i>V. microstoma</i> (Ehrenberg)
大弹跳虫	<i>Halteria grandinella</i> (O. F. Müller)
毛板壳虫	<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch

续表 2

小毛板壳虫	<i>C. hirtus minor</i> Varn
珍珠映毛虫	<i>Cinetochilum margaritaceum</i> (Perty)
冠帆口虫	<i>Pleuronema coronatum</i> Kent
纺锤全系列虫	<i>Holosticha kessleri</i> Wrzesniowski
全系列虫	<i>H. hymenophora</i> Stokes
沟斜斜管虫	<i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg)
斜管虫	<i>C. gouraudi</i> (Certes)
尾斜管虫	<i>C. caudata</i> Stokes
多足斜管虫	<i>C. calkinsi</i> Kahl
唇斜管虫	<i>C. labiata</i> Stokes
巴维利亚斜管虫	<i>C. bavariensis</i> Kahl
非游斜管虫	<i>C. aplanata</i> Kahl
肾形豆形虫	<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrenberg) Stein
尾似瘦尾虫	<i>Paruroleptus caudatus</i> Stokes
膜状急纤虫	<i>Tachysoma Pellionella</i> (Müller-Stein)
尾草履虫	<i>Paramecium caudatum</i> (Ehrenberg)
直半扇虫	<i>Hemiophrys procerca</i> Penard
肋半扇虫	<i>H. pleurosigma</i> Stokes
贪食后毛虫	<i>Opisthotrichu euglenivora</i> Kahl
近亲游仆虫	<i>Euplotes affinis</i> Dujardin
阔口游仆虫	<i>E. euryostomus</i> Wrzesniowski
蚤中缢虫	<i>Mesodinium pulex</i> Clap
团脾眼虫	<i>Askenasia volvox</i> Clap
小旋口虫	<i>Spirostomum minus</i> Roux
旋口虫	<i>S. ambiguum</i> (Ehrenberg)
瘦尾虫	<i>Uroleptus mobitis</i> Engelmann
差异瘦尾虫	<i>U. dispar</i> (Stokes)
背状棘尾虫	<i>Stylonychia notophora</i> Stokes
贻贝棘尾虫	<i>S. mytilus</i> Ehrenberg
沼斜叶虫	<i>Loxophyllum helus</i> Stokes
菱瘤斜叶虫	<i>L. meleagris</i> Dujardin
斜叶虫(未定中文种名)	<i>L. undulatum</i> Sauerbrey
卵园口虫	<i>Trachelius ovum</i> Ehrenberg
(中文种名未定)	<i>Trithigmostoma srameki</i> (Foissner)
结节壳吸管虫	<i>Aineta tuberosa</i> Ehrenberg
念珠角毛虫	<i>Keronopsis monilata</i> kahl
浮游累枝虫	<i>Epistylis rotans</i> Svec
淡水筒壳虫	<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein
筒裸口虫	<i>Holophrya simplex</i> Schewiakoff
伪尖尾虫	<i>Oxytricha fallax</i> Stein
聚缩虫	<i>Zoothamnium</i> sp.
卵园前管虫	<i>Prorodon ovum</i> Ehrenberg-Kahl
旋回依叠虫	<i>Strobilidium gyrans</i> Stokes
小轮毛虫	<i>Trochilia minuta</i> (Roux)
太阳球吸管虫	<i>Sphaerophrya soliformis</i> Lauterborn
多态喇叭虫	<i>Stentor polymorphus</i> (O. F. Müller)
带核喇叭虫	<i>S. roeseli</i> Ehrenberg
天蓝喇叭虫	<i>S. coeruleus</i> Ehrenberg

续表 2

天鹅长吻虫	<i>Lacrymaria olor</i> (O. F. Müller)
小长吻虫	<i>L. minima</i> Kahl
裂口长颈虫	<i>Dileptus amphileptoides</i> Kahl
鸭长颈虫	<i>D. anser</i> (O. F. Müller)
念珠长颈虫	<i>D. monilatus</i> (Stokes)
彩盖虫	<i>Opercularia phryganeae</i> Kahl
多尾尾枝虫	<i>Urostyla multipes</i> Clap. U. L
閃瞬目虫	<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg
尾突前口虫	<i>Frontonia atra</i> Ehrenberg

2.3 不同采样站原生动物个体数量比较

Stechlin 湖原生动物的个体数量分布与采样站的环境条件有着一定的关系(图(2)). 湖面开阔地带的 I 站调查期间在三个采样站中是最低的,五次定量调查平均每 1L 水中有原生动物 185 个个体;湖岸区 II 站稍高于 I 站(248ind./L);湖岸区 III 站的个体数量在三个采样站中最高,每 1L 水中平均有原生动物 440 个个体. 在组成 Stechlin 湖个体数量中占优势的种群为植物性鞭毛虫的隐藻(*Cryptomonas*), 占其总数的 85% 左右. 纤毛虫类所占的数量比例很低, 不足 10%. 湖心区和湖岸区采样站原生动物个体数量的差异主要是受水体中营养物质的高低影响. 一般来讲, 湖岸区的营养物质高于湖中心敞水区, 因而原生动物不论是群落多样性还是个体丰度均高于湖中心的敞水区^[8].

从秋、冬两个季节(水温从 10℃ - 1℃)五次原生动物个体数量调查分析中可以看出, Stechlin 湖的原生动物个体数量很低, 一般在 440 - 180ind./L 之间波动, 远远低于作者在相同季节调查的国内外富营养化湖泊的个体数量. 如中国的白洋淀湖, 在严重有机污染的采样断面, 其数量高达 22000ind./L 以上, 在湖的中心敞水区(污染相对较轻), 数量也高达 6800ind./L 左右^[9]. 英国的 Lough Neagh 湖秋冬季原生动物个体数量平均为 5700ind./L^[10]. 因为在受到有机污染的富营养化湖泊, 往往某些高度耐有机污染的种类形成优势种群而达到很高的数量高峰. Stechlin 湖这种低数量, 低 PFU 原生动物群集率的特征, 表明该湖属寡营养型水体. 这种研究结果与 Stechlin 湖的浮游藻类和其它类群的浮游动物的研究结果所反映的趋势基本一致^[6].

水温条件的变化是影响原生动物个体丰度分布的一个重要的环境因素, Stechlin 湖原生动物的个体数量变化同样也反映了这一生态特征. 以 III 号采样站为例, 在 1994 年 11 月份秋季水温 10℃ 时, 个体数量最高为 445ind./L, 当 1995 年 1 月份冬季水温为 1℃ 时, 数量降至 140ind./L. 由于本研究时间较短, 水温的变化幅度较窄, 故整个湖泊的原生动物个体数量变化与水温的关系在这里不作为重点讨论内容.

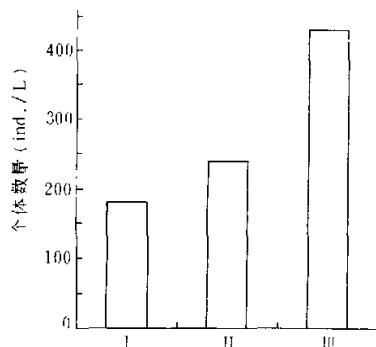


图 2 Stechlin 湖三个采样站原生动物个体数量
Fig.2 Density of protozoa at 3 sampling sites in Stechlin Lake

2.4 湖心区和湖岸区 PFU 原生动动物群集速率的比较

湖心区(I站)和湖岸区(II、III站)的PFU原生动动物群集试验总共延续了10周时间.试验结果表明,Stechlin湖PFU原生动动物群落群集速率十分缓慢,也就是说种类达到高峰或平衡期所需的时间较长(表3).一般来说,在富营养型湖泊PFU挂放2-5周后群集速度就达到高峰或平衡状态(迁入与迁出率相等—成熟群落)^[11].但是Stechlin湖PFU原生动动物不论是湖心区还是湖岸区到第7周时仍未达到群集高峰,直到第10周还继续有新的种类发现,不过群集速率有所下降(表3).分析这种原因,可能是该湖营养成分过度贫乏,原生动动物个体数量密度较低,种类群集到PFU上的概率相对较小,因而PFU原生动动物群落群集速率达到高峰或平衡期的时间延长.这一点与富营养型湖泊比较是显著不同的.例如在河北白洋淀,PFU仅一天的暴露时间,最高时能群集到74种之多,这相当于Stechlin湖7-8周时间所群集到的种类数^[9].另一方面,水温的变化可能也是影响PFU原生动动物群集速度的重要因素.此次实验随着时间的延长,水温降低,原生动动物群集速度变慢.从表3还可以看出,即使在同一个湖泊,由于采样站的小生境环境条件不同,PFU在相同的暴露时间内其群集速度也存在较大差异.每次采样观察,湖心敞水带的种类总是低于湖岸带的种类数,尤其是湖岸带III站的群集率每次均高于湖心区的I站,也稍高于湖岸带的II站.分析其原因为III站底质为淤泥,长满了芦苇和其它水生植物,沉积在底部的厚厚一层芦苇叶及其它有机碎屑提供了适宜的营养物质,刺激了细菌和藻类的生长,有利于以细菌和藻类为食物的原生动动物的生长繁殖,从而加大了种类库地(species pool)的密度,使PFU的群集概率上升.II站虽然同样在湖岸区,但该采样站的基质主要以石头和沙子为主,营养物质较III站贫乏,因而PFU的群集速率低于III号站.

表3 不同采样站PFU群集速度比较

Tab.3 Comparison of colonization rate of PFU protozoa at 3 sampling sites in Stechlin Lake

采样站	第1周	第3周	第5周	第7周	第9周	第10周
I站	12	29	48	66	71	73
II站	14	42	58	79	84	88
III站	22	49	67	92	103	105

2.5 不同基质类型采集原生动动物种类数差异的比较

延续3个月的实验表明,Stechlin湖同一采样地点(III号站)不同基质类型收集到的原生动动物种类数是不同的(表4).11月7日和12月8日两次人工基质PFU采集的原生动动物种类数少于天然基质,这主要是因为PFU挂放该站的时间较短的缘故(第1周和第4周).到第7周(12月28日)和第8周(1月5日)时,PFU人工基质收集到的原生动动物种类数明显高于从相同生境的天然基质上所采集到的种类数.在实验结束时(第8周)在PFU人工基质上发现了101种原生动动物,而在各种自然基质上总共鉴定到原生动动物78种.Cairns等通过对美国Douglas湖原生动动物研究时发现,与其它8种类型的天然基质(沉水植物、水下石头等)和人工基质(载玻片、塑料盘等)比较,PFU能够从水体中采集到更多的原生动动物种类^[12].这主要是因为几乎所有的自然基质和其它类型的人工基质都有平面、开放型的表面积,着生在上面的周丛生物(包括原生动动物)容易遭受到较高等生物如轮虫、枝角类、桡足类、介形类、线虫、蠕虫及昆虫幼虫等的掠食,而这种掠食作用直接导致了原生动动物群落多样性的降低.PFU人工基质具有立体多维空间结构,其100-150 μm 的孔径基本上排斥了大多数较高等动物进入的可能性而

为原生动物种类的群集和群落的发展提供了理想的空间. Stechlin 湖原生动物的研究进一步证实了 PFU 可以收集到水体中绝大多数微型生物种类, 这与作者在英国最大的淡水湖 Lough Neagh 湖用同样的研究方法所取得的结果相一致^[10].

表 4 不同基质类型原生动物种类数比较

Tab. 4 Species richness of protozoa recorded from concurrently sampled artificial and natural substrates in Stechlin Lake

日期(年.月.日)	人工基质(FPU)	天然基质
1994.11.7	22	76
1994.12.8	59	78
1994.12.28	92	74
1995.1.5	101	78

3 结论

(1)在 1994 年至 1995 年秋、冬两季三个月实验期间,利用 PFU 人工基质,结合采集自然基质的传统方法,在 Stechlin 湖共发现 128 种原生动物,其中鞭毛虫 24 种(属)、肉足虫 26 种(属)和 78 种纤毛虫.与美国 Douglas 湖比较,Stechlin 湖具有较低的原生动物群落多样性,这主要是由于 Stechlin 湖水体营养成分贫乏,不利于原生动物群落的发展.

(2)Stechlin 湖的原生动物个体数量很低,一般在 440-180ind/L 之间波动,远远低于作者在相同季节调查的国内外富营养化湖泊的个体数量.如中国的白洋淀和英国的 Lough Neagh 湖原生动物的个体数量是 Stechlin 湖的几十倍甚至一百多倍.低的原生动物个体数量表明 Stechlin 湖属寡营养型水体.

(3)试验结果表明,Stechlin 湖 PFU 原生动物群落群集速率十分缓慢,PFU 原生动物群集速率达到高峰或平衡期的时间较长,这种状况与富营养型湖泊比较存在较大差别.由于采样站的小生境环境条件不同,PFU 在相同的暴露时间内其群集速度也存在明显差异,这种差异主要与各采样站水体中营养状况密切相关.

(4)Stechlin 湖同一采样地点不同基质类型收集到的原生动物种类数是不同的,PFU 人工基质收集到的原生动物种类数显著高于从相同生境的天然基质上所采集到的种类数.通过 Stechlin 湖原生动物实验比较,进一步证实了 PFU 方法可以收集到水体中更多的微型生物种类.

参 考 文 献

- 1 Beaver J R, Crisman T L. Analysis of the community structure of plankton ciliated protozoa relative to trophic state in Florida lakes. *Hydrobiologia*, 1989, 174:177-184
- 2 Finlay B J, Uhlig G. Calorific and carbon values of marine and freshwater protozoa. *Helgolander Meeresunters*, 1981, 34:401-412
- 3 Cairns J R. Factors affecting the number of species in freshwater protozoan communities: the structure and function of freshwater microbial communities. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1971, 219-247
- 4 沈毓芬,章宗涉,顾曼如等.微型生物监测新技术.北京:中国建筑工业出版社,1990
- 5 许木启.从浮游动物群落结构与功能的变化看府河—白洋淀水体的自净效果.水生生物学报,1996,20(3):212-219

- 6 Casper S J. Lake Stechlin— A temperate oligotrophic lake. Dr W Junk Publishers, 1985
- 7 Pratt J R, Henebry M S. Use of microbial community dynamics and functional indices to assess wetland condition. *DOE Symposium Series*, 1989, 61
- 8 Lack J B. A study of some ecological factors affecting the distribution of protozoa. *Ecol Monogr*, 1988, 8(4):503 - 527
- 9 许木启, 曹 宏, 朱 江. 白洋淀原生动物群落多样性变化与水质关系. *生态学报*, 2001, 21(7):101 - 108
- 10 XU Muqi, Brian Wood. Preliminary study of protozoa of Lough Neagh, Northern Ireland. *Biology and Environment*, 1999, 99B(2):103 - 108
- 11 Henebry M S, Cairns J Jr. Protozoan colonization rate and trophic status of some freshwater wetland lakes. *J Protozoology*, 1984, 31:456 - 467
- 12 Cairns J Jr, Yongue W H. The effect of substrate quality upon colonization by freshwater protozoa. *Revista de Biologia*, 1974 - 1976, 10(1-4):13 - 20

Preliminary Study of Community Diversity of Stechlin Lake in Berlin, Germany

XU Muqi¹ Petter Kasprzar²

(1: *Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, P. R. China;*

2: *Institute of Limnology and Fishery, Berlin, Germany*)

Abstract

This paper deals with the results with regard to protozoan community diversity of Stechlin Lake in Berlin, Germany, conducted during November, 1994 and January, 1995. About 128 species of protozoa have been first recorded following the examination of colonization on polyurethane foam unit (PFU) artificial substrates and various types of natural substrates in this lake. The differences in species richness, individual abundance and rates of PFU protozoan colonization at three sampling sites with the different habitat conditions are described. Based on analysis and comparison, PFU can collect more protozoan species than natural substrates do. The results of this research provide further evidence that the PFU method offers the advantages of sampling protozoa, compared with other routine collecting methods.

Key Words Protozoa, PFU method, substrate, Stechlin Lake