

长江洞庭湖口原生动物的生态学研究

宋碧玉^{1,2}

(1. 武汉水利电力大学, 武汉, 430072; 2. 中国科学院水生生物研究所, 武汉, 430072)

摘要: 对长江洞庭湖口原生动物群落为期三年的研究结果: 种类组成、季节分布、优势种类、丰度的季节变化等, 同时还依据食性分析了各种类的功能营养类群, 并对河流中原生动物的来源、长江中上游地区原生动物种类组成规律、原生动物功能营养类群和优势种类在河流污染监测中的指示作用等进行了讨论。

关键词: 长江; 洞庭湖口; 原生动物; 区系; 生态

中图分类号: Q959.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)04-0317-05

通江型湖泊的入江口, 属湖泊与河流的生态交错区 (Ecotone), 是一类比较特殊的生境。迄今为止, 对这类生境里的原生动物仍一无所知。关于长江中原生动物的研究, 也仅有零星报道^[1-3]。有鉴于此, 本研究拟从种类组成、优势种类、密度的季节变化等角度, 探讨长江洞庭湖口原生动物的群落特征。

1 研究方法

采样点 L 位于湖南省岳阳市洞庭湖出口处的长江江中流区。采样期间, 平均水温 19.62℃, pH7.87, 透明度 29.7cm, 电导 274.54μs / cm, 泥沙含量 162.97mg / L, 溶解氧 7.69mg / L。从 1995 年 5 月至 1997 年 12 月, 每 2 月采样 1 次, 共计 15 次。定量分析用直接计数和 1L 沉淀法, 水样是从水表到水底层每隔 0.5m 所取的混合水样。定性分析用活体观察法, 有的纤毛虫种类还用蛋白银染色制片以揭示膜下纤毛系统, 定性样品用浮游生物网捞取。本文报道的种类包括所有定性和定量样品中鉴定到的种类。

2 结果

2.1 原生动物的种类组成、季节分布和优势种类

共鉴定出 65 属 111 种原生动物, 包括 8 种植鞭毛虫、14 种动鞭毛虫、40 种肉足虫和 49 种纤毛虫, 其中有 7 个中国新记录种 (2 种鞭毛虫、5 种肉足虫)。

收稿日期: 1998-05-27; 修订日期: 1999-07-24

基金资助: 淡水生态与生物技术国家重点实验室及武汉水利电力大学科学基金资助项目

作者简介: 宋碧玉 (1963—), 女, 四川都江堰人, 博士, 副教授, 主要从事原生动物分类与环境生物学研究。
中国科学院水生所谢平、黄祥飞、顾曼如先生对工作提供了帮助与关心, 特此致谢。

原生动物秋季最多,共 85 种,其它季节均为 78 种。就各大类群而言,鞭毛虫秋冬季多,春夏季少;肉足虫夏秋季多,冬季最少;而纤毛虫则秋冬季多,夏季最少。

鞭毛虫优势种类为球衣滴虫 (*Chlamydomonas globosa*)、变形小滴虫 (*Monas amoebina*) 和尾波豆虫 (*Bodo caudatus*)。植鞭毛虫中,衣滴虫 (*Chlamydomonas*) 较多,其中,球衣滴虫和小球衣滴虫 (*C. microspheara*) 几乎每次采样均能见到,数量也多;卵形蓝隐滴虫 (*Chroomonas ovalis*) 虽不是常年出现,但夏、秋季很丰富。动鞭毛虫中,食细菌的种类较多,仅菌食性的波豆虫 (*Bodo*) 就有 5 种、小滴虫 (*Monas*) 3 种,并且都是常年出现的;变形小滴虫几乎所有标本中都有,镜检时常见其附在砂粒上,或钻入很窄的缝隙,追逐、捕食细菌。两个新记录种一联合小鞭虫 (*Mastigella unica*) 和巴拉塔管领鞭虫 (*Salpingoeca balatonis*) 均以细菌为食,前者喜附在基质上爬行取食,后者生活在瓶状鞘内,固着在基质上。

肉足虫中,加斯帕匣壳虫 (*Centropyxis gasparella*)、长砂壳虫 (*Diffugia longum*)、长刺螺足虫 (*Cochliopodium lonispinum*)、健壮晶盘虫 (*Hyalodiscus rubicundy*) 和突胸梨壳虫 (*Nebela carinatalla*) 为新记录种。身体赤裸、具叶足的裸变亚纳 (*Gymnamoebia*) 种类有 11 种,以个体较小、食细菌的简变虫 (*Valkkampfia*) 最多,这些种类过去多从土壤中发现,如浅红简变虫 (*V. russeli*) 我国首次记录是在天目山的森林土壤中^[4],本研究中发现其为常见种,四季都能观察到。身体有壳或坚硬外膜的有壳根足虫多达 24 种,仅砂壳虫就有 6 种、匣壳虫 5 种,优势种类为普通表壳虫 (*Arcella vulgaris*)、片口砂壳虫 (*Diffugia lobostoma*)、矛状鳞壳虫 (*Euglypha leavis*) 和线条三足虫 (*Trinema lineare*)。具辐射状挺直伪足的太阳纲 (*Heliozoa*) 种类较少 (5 种),出现频次也都不高,属偶见种。

纤毛虫优势种为食菌的有助盾纤虫 (*Aspidisca coastata*)、珍珠映毛虫 (*Cinetichilum margaritaceum*)、食藻的钩刺斜管虫 (*Chilodonella uncinata*) 和背状棘尾虫 (*Stylonychia notophora*)。斜管虫 (*Chilodonella*) 和钟虫 (*Vorticella*) 最多,各有 5 种,膜袋虫 (*Cyclidium*) 和鞘居虫 (*Vaginicola*) 各 3 种次之。

2.2 功能营养类群

Pratt 等^[5]通过对美国 6 个湿地和 1 个大型河流生态系统中原生动物的研究,将淡水原生动物按食性分为 6 个功能营养类群 (Functional-trophic groups)。依文献 [6],将取食藻类和细菌的种类 (食藻—细菌者) 单列,将长江洞庭湖口的原生动物划分为 7 大功能营养类群:食菌—碎屑者占的比例最高,其次为食藻—细菌者,最少的是渗透式营养者和捕食者,光合作者也较少 (表 1)。

2.3 原生动物丰度的变化

原生动物夏、秋季较多,冬春季较少 (图 1),最高值为 22220 个 / L (1996 年 9 月),最低为 4832 个 / L (1997 年 12 月),平均为 10144 个 / L。

一般情况下,水体中营养盐的浓度会制约原生动物丰度,而长江洞庭湖口原生动物丰度与总磷、总氮、氨氮等均无明显相关关系,但与水温正相关 ($r^2=0.4876$, 显著水平 0.0079)。丰度变化似与长江的汛期也有一定关系。湖口排泄量集中在 5~10 月,最大月排泄量多在 7 月^[7]。在此期间,原生动物丰度也较其它时间高,且在最大排泄量之后的 9 月份,密度达到最高值。在汛期,原生动物丰度平均为 12211 个 / L,最高 22220 个 / L,最低

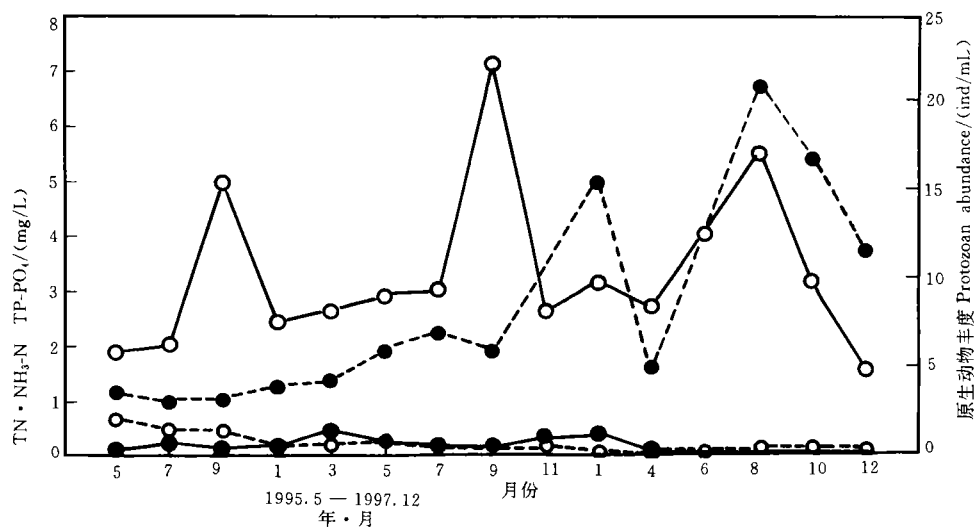


图1 原生动物丰度与总磷、总氮、氨氮的变化

Fig.1 Changes of protozoan abundance, TP-PO₄, TN-N, and NH₃-N.

原生动物丰度(—○—); 总氮(---●---); 氨氮(—●—); 总磷(---○---)

表1 长江洞庭湖口原生动物种类在各功能营养类群的分布

Tab.1 Distribution of the protozoan species identified at the Dongting lake outlet of the Changjiang River in each functional-trophic group.

	功能营养类群 The functional-trophic groups						捕食者 Raptors
	食菌-碎屑者 Bacterevores	光合自养者 Photosynthetic autotrophs	渗透营养者 Saprotrophs	杂食者 Omnivores	食藻者 Algivores	食藻-细菌者 Algivores-bacterivores	
鞭毛虫 Flagellates	13	7	1	1	0	0	0
肉足虫 Sarcodines	7	0	2	9	11	11	0
纤毛虫 Ciliates	23	0	0	1	8	13	4
合计 Total	43	7	3	11	19	24	4
总种数(%) % of total	39	6	3	10	17	22	4

5900 个/ L,而其它时间平均为 8077 个/ L,最高 9770 个/ L,最低仅 4832 个/ L.

3 讨论

长江洞庭湖口的原生动物以纤毛虫最多,占总种类数的 44%,肉足虫占 36% 次之、鞭毛虫最少(占 20%),与长江上游奉节、巫山、巴东和秭归江段相似^[2]。此外,有些优势种类,如有肋盾纤虫、钩刺斜管虫、珍珠映毛虫等同样是长江三峡地区、意大利 Torrente Stirone

河中的优势种,有肋盾纤虫还是西班牙 Llobregat 河的优势种,反映出原生动物的世界性分布 (Cosmopolitan) 特征。

有的学者早已证实,河流中的浮游甲壳动物主要来自它处。如长江中的浮游甲壳动物就主要来源于上游支流^[8]。将长江洞庭湖口的原生动物种类与长江三峡地区和洞庭湖中的相比较可见,多达 77% 的种类曾见于上游三峡地区和洞庭湖中,而仅 26 种只在该处发现(表 2),加之丰度也以汛期较高,并有许多土壤种类,由此推知长江洞庭湖口的原生动物可能主要也是随水流从别的生境冲刷而来。

表2 与长江三峡地区和洞庭湖中种类的比较
Tab.2 Comparison with those protozoan species identified in the Three Gorges Area of the Changjiang River and Lake Dongting

	三峡地区 a	洞庭湖 b	三峡和洞庭湖 c	其它 Others	总计 Total
鞭毛虫Flagellates	11	3	4	4	22
肉足虫Sarcodines	7	17	1	15	40
纤毛虫Ciliates	9	19	14	7	49
总计Total	27	39	19	26	111

注: a: Identified in The Three Gorges Area, b: Identified in Lake Dongting, c: Identified in both The Three Gorges Area and Lake Dongting.

流速较大、泥沙含量高的河流,并非浮游动物的理想栖息处,个体较大的浮游动物一进入夹带泥沙的流水,数量很快减少甚至消失^[9,10]。长江中泥沙含量很高,仅洞庭湖从城陵矶输入长江的泥沙量就多达 $49.6 \times 10^6 \text{ t/a}$ ^[11],但长江洞庭湖口的原生动物种类和数量都很丰富,且观察中见到的一般都是完整个体,而不象甲壳动物,碎片较多^[8]。其原因可能是因为原生动物个体小,可进入十分窄小的碎屑、砂粒孔隙,而这些颗粒的表面有一层具粘滞力的界面层 (Boundary layer),厚度足以供原生动物活动,该界面层减少了水流对其中生物的冲击^[12]。

原生动物的功能营养类群可反映水环境的营养水平。一般认为,在较清洁的水体中,行光合自养的类群 P 和食藻的类群 A 较多,而营养水平高的水体中以食细菌—碎屑的 B 类群和捕食者 R 类群丰富。如索溪峪自然保护区水系中,光合作用者占了 31.0%,食藻者为 30.9%,而食菌—碎屑者仅占 11.7%;武汉东湖中,食菌碎屑者占了 73.1%,食藻者仅 4.3%,光合作用者也仅 11.9%^[5]。本研究中,食菌—碎屑者、食藻—细菌者多而光合自养者少,表明长江洞庭湖口水体中悬浮颗粒和细菌较多,已有一定程度的有机污染;捕食者 R 类群少预示着该处的有机污染尚不很严重。从光合作用者和食菌者的相对比例,可推测长江洞庭湖口的营养水平介于贫营养的索溪峪自然保护区水系和富营养的武汉东湖之间,这与理化分析结果相符。

分析长江洞庭湖口原生动物的优势种类,基本上属于 α - β 中污性种类,而理化分析结果恰恰表明,该河段属 II 级水标准。由此可见,由原生动物的功能营养类群和优势种类监测、评价河流的有机污染,具有一定的可靠性。

参考文献:

[1] 龚循矩、肖化忠、沉韞芬. 长江三峡地区的原生动物区系研究 [J]. 水生生物学报, 1990, 14(4): 289—297

- [2] 沈韞芬、顾曼如、冯伟松. 长江三峡地区原生动物背景值及其对污染的评价[A]. 见: 长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1992, 831—840
- [3] 韩德举、胡菊香. 长江仪征——崇明江段的肉足虫和纤毛虫[J]. 动物学杂志, 1995, 30(2): 2—7
- [4] 宋碧玉. 我国裸肉足虫 8 新记录种[J]. 四川动物, 1993, 12(4): 14—16
- [5] Pratt J R, Cairns J Jr., Functional groups in the protozoa: roles in differing ecosystems[J]. *J. Protozool.*, 1985, 32(3): 415—423
- [6] 沈韞芬、章宗涉、龚循矩等. 微型生物监测新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990
- [7] 李景保. 近数十年洞庭湖湖盆形态与水情的变化[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(6): 626—634
- [8] 陈受忠. 四川沱江口浮游甲壳动物记述[J]. 海洋湖沼通报, 1990, 3: 86—90
- [9] Hart R C, Zooplankton abundance, community structure and dynamics in relation to inorganic turbidity and their implications for a potential fishery in subtropical Lake le Roux, South Africa[J]. *Freshwater Biology*, 1986, 16: 351—371.
- [10] Sandlund O T, The drift of zooplankton and microbenthos in the river Strandaelva, Western Norway[J]. *Hydrobiologia* 1982, 94: 33—48
- [11] 林承坤、高锡珍. 水利工程兴建后洞庭湖径流与泥沙的变化[J]. 湖泊科学, 1994, 6(1): 33—39
- [12] Silver N R, Sleigh M A. The forces on microorganisms at surfaces inflowing water[J]. *Freshwater Biol.*, 1985, 15: 433—448

ECOLOGICAL STUDIES ON THE PROTOZOANS AT THE DONGTING LAKE OUTLET OF THE CHANGJIANG RIVER

SONG Bi-yu^{1,2}

(1. Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, Wuhan, 430072;

2. Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072)

Abstract: This paper reported the main study results of the protozoans at the Dongting Lake Outlet of the Changjiang River for a period of three years. The species composition and seasonal distribution, dominant taxa, seasonal changes of total protozoan abundance were examined. Based on their food preferences, the identified protozoan species were classified to the functional-trophic groups. Additionally, the possible resources of the river protozoan species, characteristics of the protozoan species composition in the middle and upper reaches of the Changjiang River, as well as the indication values of both protozoan functional-trophic groups and the dominants in monitoring river water pollution were also discussed.

Key words: The Changjiang River; Dongting Lake Outlet; Protozoa; Fauna; Ecology