

片状微囊藻 (*Microcystis panniformis*)——中国微囊藻属的一个新记录种*

张军毅^{1,2}, 朱冰川¹, 吴志坚¹, 许涛¹, 陆祖宏²

(1: 无锡市环境监测中心站, 无锡 214023)

(2: 东南大学生物科学与医学工程学院, 南京 210096)

摘要: 目前全球范围内先后有 50 多种微囊藻被描述记载, 国内最新研究报道有 12 种. 根据采自太湖的野外藻类样品, 确定了中国微囊藻属的一个新记录种——片状微囊藻 (*Microcystis panniformis*), 对其分类学的形态特征进行详细的描述, 并对其和分类学上相近的属种 *Pannus* 以及微囊藻属的鱼害微囊藻 (*M. ichthyoblabe*)、铜绿微囊藻 (*M. aeruginosa*) 和水华微囊藻 (*M. flos-aquae*) 等的区分进行讨论.

关键词: 新纪录; 片状微囊藻; 形态学; 太湖

Microcystis panniformis—A newly recorded species of *Microcystis* in China

ZHANG Junyi^{1,2}, ZHU Bingchuan¹, WU Zhijian¹, XU Tao¹ & LU Zuhong²

(1: Wuxi Environmental Monitoring Centre, Wuxi 214023, P. R. China)

(2: Southeast University, School of Biological Science and Medical Engineering, Nanjing 210096, P. R. China)

Abstract: About fifty common species of *Microcystis* have been reported worldwide by far, but only twelve species were recently reported in China. Based on field material collected from Lake Taihu, the *Microcystis panniformis* belonging to *Microcystis* (Cyanophyta) was reported for the first time in China in this paper. The morphological characteristics of *M. panniformis* were described in detail. Comparisons among *Microcystis* and its related genera *Pannus* were also conducted.

Keywords: New record; *Microcystis panniformis*; morphology; Lake Taihu

近年来,随着全球各地蓝藻水华事件不断被报道,尤其是关乎“公共卫生安全”的饮用水源地的有毒蓝藻水华暴发,更是引起了社会各界的高度关注. 微囊藻是目前我国发生面积最广,暴发最为频繁,危害最大的一种常见水华蓝藻. 微囊藻属种类繁多,不同的种类毒性差异较大,所以对微囊藻属种类的鉴定尤为重要. 胡鸿钧于 1980 年报道国内微囊藻属有 5 种,朱浩然于 1991 年记载微囊藻属有 17 种 4 个变种,分类系统均采用的是 Geitler 和 Desikachary 的分类体系. 近年来也有较多的新纪录种在国内不断被报道,我国学者引进 Komárek 和 Anagnostidis 的蓝藻分类系统,对微囊藻种类进行了重新归类 and 修订,共记载了 12 个种^[1-8],绝大部分与日本^[9-11]、欧洲^[12-14]的微囊藻种类相同. 目前全球范围内先后有 50 多种微囊藻被描述记载,但是微囊藻属的分类系统仍然争议很大,因为微囊藻不但在形态特征上较难区分,在各种类之间的基因序列上也高度相似,因此微囊藻的分类是一件非常困难的事情^[6]. 片状微囊藻 (*Microcystis panniformis*) 常见于富营养化的池塘、湖泊和水库,经常伴随铜绿微囊藻 (*M. aeruginosa*) 形成水华. 过去一直被鉴定为铜绿微囊藻,直到 2002 年 Komárek 等对片状微囊藻进行了较为详细的研究和报道,此后才作为一个新种被接受^[15]. 2010 和 2011 年夏季作者均在太湖水域发现了形态特征明显的片状微囊藻大量且广泛存在,尤其以太湖北部最为明显. 至今该种在国内尚未有报道. 本文对太湖分布的片状微囊藻形态特征、出现月份、生境和水域等进行初步报道.

* 2011-08-10 收稿; 2011-12-07 收修改稿. 张军毅,男,1982 年生,博士研究生,工程师; E-mail: blocksharon@yahoo.cn.

1 材料与方法

样品用 25 μ 浮游生物网采集,同时也进行原水采样. 显微观察和拍照设备为 NIKON E1000 及 NIKON 801 型显微镜,外接 500 万像素的数码相机及 CCD 设备. 细胞大小的测量由台式计算机上的图像处理软件(NIS-Elements BR 2.30)完成,用 OLYMPUS 10 μ m 的台面测微尺校正检验,测量误差小于 0.01 μ m.

2 结果

Microcystis panniformis (Komárek, et al.): Two common *Microcystis* species from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. Cryptogamie/Algologie. 2002, vol. 23, no2, pp. 159-177. figs 14-28.

国外学者对片状微囊藻的描述:自由漂浮;不规则扁平到单层,具小孔(老群体),以后解离成小群;幼年阶段细胞(单细胞)形成小的群体(丛簇),群体一般呈扁平体或圆形的扁平体(有时内陷形成小孔);细胞球形,细胞直径 2.5(3.0)~4.6(4.8) μ m;群体边缘不规则,无明显的边缘或重叠的细胞,胶质不明显;细胞密集,均匀排列. 鉴别特征:具有小孔的扁平群体,均匀的细胞排列,产微囊藻毒素(MIC)和生活史;具气囊;种类分布于热带,可能是泛热带物种(非洲南部、澳大利亚北部、南美),也可能出现在地中海气候区^[8,14].

太湖中的片状微囊藻群体肉眼可见浅绿色,群体特征明显,多为片状、席状以及不规则状的扁平藻群体(图1). 片状微囊藻群体明显大于其他微囊藻群体,如太湖水体中常见的铜绿微囊藻(*M. aeruginosa*)、水华微囊藻(*M. flos-aquae*)、鱼害微囊藻(*M. ichthyoblabe*)和惠氏微囊藻(*M. wesenbergii*)等. 群体大约在 1~2 cm 之间(在 7~8 月份,太湖水体中的群体大小差异较大,个别群体甚至大于 4 cm,但常见群体基本上小于 2 cm).

通过对比观察多个放大倍数下(40~400 倍)的片状微囊藻(图2),太湖水体中的片状微囊藻群体自由漂浮,肉眼可见浅绿色;幼藻体不规则,紧密聚合呈立体簇,长大后呈扁平状(片状、席状和不规则扁平状);显微镜下观察成熟群体多为棕褐色,群体不规则扁平到单层,不明显穿孔或具明显穿孔(老群体),群体边缘不规则,无明显边缘或重叠细胞,胶质不明显;细胞球形,均匀排列,直径 4.7 μ m(2.6~6.8 μ m);具气囊.

分布:在中国太湖可见,夏季最盛. 为浮游有毒种类,常伴随其他水华种类出现,未见其单独形成水华. 该种类分布热带,非洲南部、澳大利亚北部、南美、拉美-巴西均有出现.

太湖片状微囊藻通常出现于 7~8 月份,以太湖北部为主. 2010、2011 年 7~8 月份太湖水体环境数据:水温 26.9~35.4 $^{\circ}$ C, pH 7.63~10.16,溶解氧 7.63~15.11 mg/L,透明度 20~150 cm,总磷 0.01~0.31 mg/L,总氮 1.04~3.27 mg/L,氨氮 0.01~1.70 mg/L,高锰酸盐指数 2.3~6.3 mg/L,叶绿素 a 浓度 3.0~537.5 μ g/L,风速 0~13.6 m/s(在不封湖的情况下测量),风向以东南和南风为主^[16].

3 讨论

2001 年 Bittencourt-Oliveira 等在研究微囊藻株系 BCCUSP200(1996 年 8 月,巴西圣保罗州,均值 3.6 μ m,范围 3.0~4.9 μ m)时,尽管认为它从形态学上与 *Pannus Hindák* 很相似,但是最后还是鉴定为 *M. aeruginosa* 的复合体^[17]. 随后,2002 年 Komárek 等在综合对比研究了 BCCUSP200 和 SPC720(1999 年 10 月,巴西圣保罗州,3.0~4.6 μ m)的群体形态、毒性、细胞排列和生命周期,尤其是群体形态和生命周期后,将它描述为一个新种,正式定名为 *M. panniformis*^[13]. 作者认为该种在形态学上最主要的特征是扁平群体(明显或不明显的小孔)和均匀排列的细胞;在 10 \times 4 倍和 10 \times 10 倍视野下定性较为合适.

片状微囊藻主要分布于美洲的富营养化湖泊、水库和池塘,尤其常见于巴西东、东南和东北部的热带及亚热带地区. 如在巴西东南部圣保罗州的 Garcas、Barra Bonita、Salto Grande 和 Americana 等水库及巴西东北部伯南布哥的 Jucazinho 等水库中均大量发现. 在这些富营养化水库中,该种不仅是水体中浮游植物的重要组成部分,并且往往以单一的种类或者至少是以优势种出现. 该种在巴西东南部 4、8 月份的旱季(16~22 $^{\circ}$ C),以及 11、12 月份的雨季(22~29 $^{\circ}$ C)均可大量出现,并形成水华^[13,15,17]. 此外,2002 年 Komárek 等在欧洲水体中也首次报道该种^[14]. 2003 年 White 等在澳大利亚的 Elphinstone 湖也首次报道片状微囊藻,该种在表层水温 20.8~23.2 $^{\circ}$ C, pH 8.5~8.8,总磷 0.16 mg/L,总氮 3.0 mg/L 的 5 月份会大量繁殖并形成优

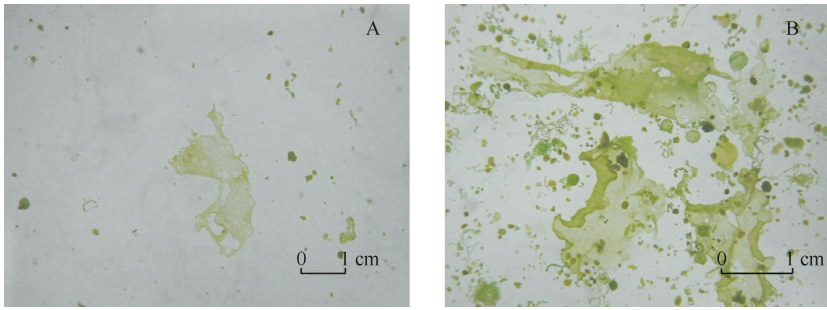


图 1 肉眼观察片状微囊藻(A:一个群体;B:多个群体)

Fig. 1 Macroscopic colonies of *M. panniformis*

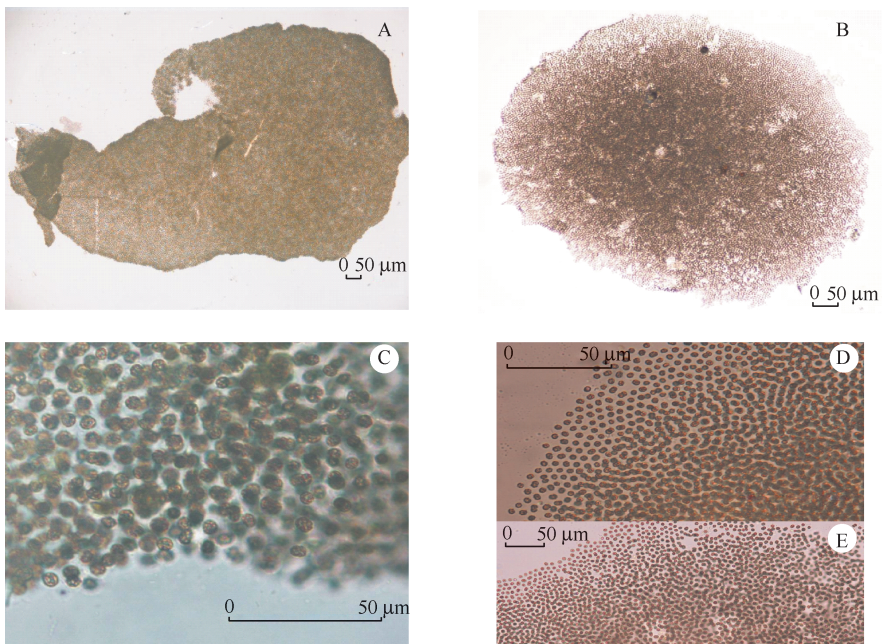


图 2 片状微囊藻形态特征(A:完整的扁平群体;B:明显穿孔的单层群体;
C:400 倍下群体边缘细胞;D:200 倍下群体边缘明显单层细胞;
E:400 倍下群体边缘明显单层细胞)

Fig. 2 Microscopic colonies of *M. panniformis* (A: Whole flattened irregular colonies;
B: Monolayers colonies with distinct holes; C: Margin of flattened irregular colonies;
D, E: Margin of monolayers colonies)

势种^[18].

Pannus 与片状微囊藻群体形态十分相似. 自由漂浮;幼年阶段细胞形成有孔的球形小群体,随后由亚群体形成扁平状、波浪形、半球状、弓形和网格状等不规则群体;由放射状、不规则状、分散状的密集细胞形成 1~3 层的成熟群体;细胞球形,有或无气囊;胶被透明无色. 二者最主要的区别在于 *Pannus* 细胞是 2 个面连续分裂,而片状微囊藻是 3 个面连续分裂;*Pannus* 有亚群体,而片状微囊藻无亚群体;*Pannus* 幼年群体具小孔,而片状微囊藻成熟群体具小孔^[12,19].

片状微囊藻在成熟阶段出现明显(不明显)穿孔群体,容易被认为是铜绿微囊藻和鱼害微囊藻;在幼年

阶段细胞规则和密集排列,又往往容易被认为是水华微囊藻;又因拥有相似扁平群体而容易与 *M. lamelliformis* 混淆. 该种与铜绿微囊藻的主要区别是,肉眼条件下观察片状微囊藻多为片状和席状群体,铜绿微囊藻多呈树枝状或网状群体. 该种与鱼害微囊藻主要区别在于,片状微囊藻(3.0~4.6 μm)的细胞明显大于鱼害微囊藻(1.7~3.6 μm);两者最为明显的区别在于片状微囊藻群体扁平,而鱼害微囊藻群体为团状或块状;两者的生命周期和分布地区也不同. 此外,通过群体形态、细胞排列和生命周期可将水华微囊藻和 *M. lamelliformis* 与片状微囊藻分开^[13].

片状微囊藻虽然首次在太湖发现,但是近年来微囊藻水华已经是我国湖泊面临的一个重要问题,所以它也可能在其它地区出现并形成水华. 同时我们也希望能够尽快实现对太湖片状微囊藻的分离纯化培养,尤其是在对其生物毒性和生态型的确定等方面做进一步的研究.

致谢:中国科学院水生生物研究所李仁辉研究员和中国科学院武汉植物园胡鸿钧研究员在片状微囊藻种类定性方面给予指导,同时李仁辉研究员还在文献资料的参阅和论文修改方面给予了极大的指导和帮助,在此致以衷心感谢.

4 参考文献

- [1] 朱浩然. 中国淡水藻志·第二卷·色球藻纲. 北京: 科学出版社, 1991: 11-23.
- [2] 李仁辉, 何振荣, 何家苑等. 中国新记录蓝藻——绿色微囊藻及其毒性的初步研究. 水生生物学报, 1993, 17(3): 282-284.
- [3] 何家苑, 李络平, 俞家禄等. 我国产毒微囊藻的新发现——惠氏微囊藻及其毒性的初步研究. 水生生物学报, 1996, 20(2): 192-194.
- [4] 王全喜, 曹建国, 刘妍等. 上海九段沙湿地自然保护区及其附近水域藻类图集. 北京: 科学出版社, 2008: 1-69.
- [5] 李扬, 周娅, 岑竞仪等. 广州市景观湖微囊藻的分类学研究. 热带亚热带植物学报, 2010, 18(4): 405-414.
- [6] 虞功亮, 宋立荣, 李仁辉. 中国淡水微囊藻属常见种类的分类学讨论——以滇池为例. 植物分类学报, 2007, 45(5): 727-741.
- [7] 虞功亮, 李仁辉. 中国淡水微囊藻的三个新纪录种. 植物分类学报, 2007, 45(3): 353-358.
- [8] 胡鸿钧. 水华蓝藻生物学. 北京: 科学出版社, 2011: 1-272.
- [9] 山岸高旺. 淡水藻類入門淡水藻類の形質・種類・観察と研究. 日本の: 内田老鶴圃, 1999: 23.
- [10] 山岸高旺. 淡水藻類写真集ガイドブック. 日本の: 内田老鶴圃, 1998: 35.
- [11] 有賀祐勝, 井上, 田中次郎. 藻類学実験実習. 日本の: 講談社サイエンティフィック, 2000: 8.
- [12] Komárek J, Anagnostidis K. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H *et al* eds. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Ulm: Gustav Fischer, 1998: 548.
- [13] Komárek J, Komárková-Legnerová J, Sant'anna CL *et al*. Two common *Microcystis* species from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. *Cryptogamie/Algologie*, 2002, 23(2): 159-177.
- [14] Komárek J. Review of the European *Microcystis*—morphospecies (Cyanoprokaryotes) from nature. *Czech Phycology*, 2002, 2: 1-24.
- [15] Sant'anna CL, Azevedo MTP, Senna PA *et al*. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasil Bot*, 2004, 27(2): 213-227.
- [16] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法: 第4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 1-778.
- [17] Bittencourt-Oliveira MC, Moura AN, Gouvea-Barros S *et al*. HIPI DNA fingerprinting in *Microcystis panniformis* (Chroococcales, Cyanobacteria). *Phycologia*, 2007, 46(1): 3-9.
- [18] White SH, Fabbro LD, Duivenvoorden LJ. Changes in cyanoprokaryote populations, *Microcystis* morphology, and microcystin concentrations in Lake Elphinstone (Central Queensland, Australia). *Environmental Toxicology*, 2003, 18(6): 403-412.
- [19] František. To the taxonomy of the croococcal genus *Pannus* Hickel 1991 (Cyanophyta/Cyanobacteria). *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie*, 1993, 69(Suppl.): 1-10.