

中国蓝藻门一新纪录属及种

晁爱敏^{1*}, 邵卫伟¹, 于海燕¹, 吕颂辉²

(1. 浙江省环境监测中心生态监测与评价研究所, 杭州 310032; 2. 暨南大学理工学院, 广州 510222)

摘要:报道了发现于浙江南太湖及紧水滩水库中的中国蓝藻门的一个新纪录属及种:辐囊藻属 (*Radiocystis* Skuja) 和双生辐囊藻 (*Radiocystis geminata* Skuja)。这是辐囊藻属及双生辐囊藻在中国的首次报道。

关键词: 蓝藻门; *Radiocystis*; *Radiocystis geminata*; 微囊藻毒素; 水华

中图分类号: Q949.22⁺¹

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2011)02-0256-04

New Record Genus and Species of Cyanophyta from China

CHAO Ai-Min^{1*}, SHAO Wei-Wei¹, YU Hai-Yan¹, LÜ Song-Hui²

(1. Ecological Monitoring & Appraisal Institute, Zhejiang Environmental Monitoring Center, Hangzhou 310032, China; 2. College of Science and Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: New record genus and species of Cyanophyta from China are reported in the present paper. The new record genus and species determined are *Radiocystis* Skuja and *Radiocystis geminata* Skuja, which appeared in Lake South Taihu and Jin-Shui-Tan Reservoir, Zhejiang Province.

Key words: Cyanophyta; *Radiocystis*; *Radiocystis geminata*; Microcystin; Water blooms

辐囊藻 (*Radiocystis* Skuja), 浮游藻类, 在中营养和富营养水体中是组成表层水华的一部分^[1-4]。根据 Komárek 和 Anagnostidis 分类系统, 辐囊藻属隶属于蓝藻门 (Cyanophyta)、蓝藻纲 (Cyanophyceae)、色球藻目 (Chroococcales)、聚球藻科 (Synechococcaceae)、隐杆藻亚科 (Aphanothe-coideae)^[5-7]。辐囊藻属模式种为双生辐囊藻 *Radiocystis geminata*, 由 Skuja 1948 年首次报道。1996 年 Hindak 对 *Radiocystis* 作了综述。迄今为止, 已发现辐囊藻属的 5 个种, 分别为: *Radiocystis geminata* Skuja (1948)、*R. fernandoi* Komárek et Komárková-Legnerová (1993)、*R. aphanothe-coidea* Hindák (1996)、*R. elongata* Hindák (1996) 和 *R. magadzae* Komárek et Cronberg (1999)。其中, *R. fernandoi* 和 *R. magadzae* 为热带种, *R. fernandoi* 出现在中美洲的热带地区、印度尼西亚、斯里兰卡^[8], *R. magadzae* 出现在南非地区^[9]; *R. geminata* 和 *R. elongata* 出现在北美洲北

温带地区的中富营养水体中^[3,4], 另外, 在巴西^[10-12]、斯洛伐克^[4,13]、爱沙尼亚^[14,15]、法国(人工水库 Vieux-Pre')^[16,17]、以色列、日本等地区也有分布; *R. aphanothe-coidea* 从奥地利到匈牙利及斯洛伐克南部和东南部地区均有分布^[3]。

辐囊藻在世界很多国家都引发了蓝藻水华, 其毒性已被广泛报道^[11,18-21], 但辐囊藻属及双生辐囊藻在我国还未见报道。

最近, 我们在浙江湖州南太湖及丽水紧水滩水库发现了一种蓝藻, 其特征与辐囊藻属的双生辐囊藻 *Radiocystis geminata* 的特征描述^[1,4,5,6,13]一致, 现特报道之。

1 材料与方法

材料来自于 2009 年 7-8 月浙江省湖州南太湖和丽水紧水滩水库的样品, 样品采集及处理依据《水和废水监测分析方法》(第四版, 增补版)^[22]。样品采用鲁哥氏液固定。观察时取 30~60 μL 处理

收稿日期: 2010-04-19, 修回日期: 2010-09-15。

基金项目: 浙江省环境保护厅科研项目(200811)。

作者简介: 晁爱敏(1979-), 女, 硕士, 研究方向为环境生态。

* 通讯作者 (Author for correspondence. E-mail: chaoaimin@yahoo.cn)。

水样于载玻片上,盖上盖玻片,直接镜检并拍照。镜检所用显微镜为内置 CCD 拍照系统、外接计算机及处理软件系统的 Olympus BX61 型电动显微镜,软件测量功能经过校正,测量误差小于 0.001 μm 。

2 结果

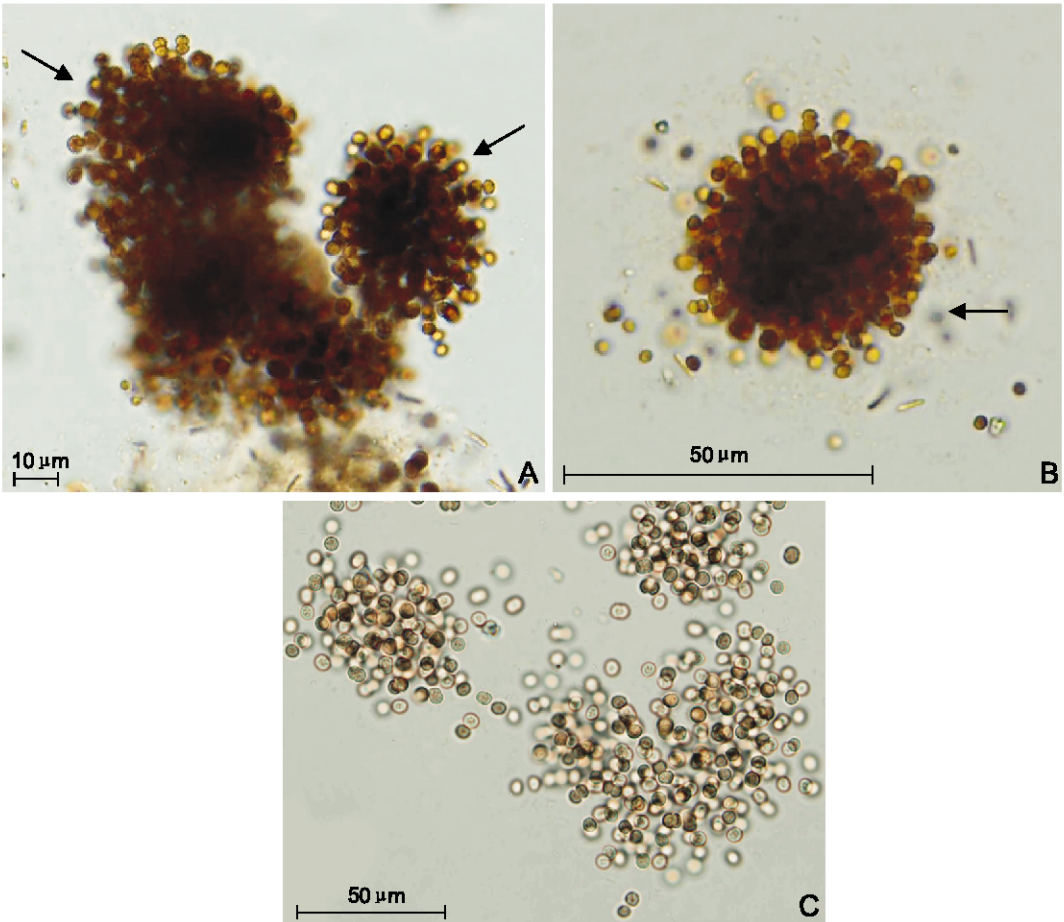
辐囊藻属 *Radiocystis* Skuja 1948. Symb. Bot. Uppsala 9(3): 43.

群体浮游;球形、近球形到不规则形;具无色透明粘液质胶被;细胞无规则排列在群体中心或呈列向四周放射状排列,列中细胞彼此分离或成对出现,细胞球形到宽卵形,一定时期具气囊;细胞在连续世代中以一个分裂面行横分裂形成放射状的列,在生

长后期,以垂直于放射性的列行垂直分裂形成排;以群体分裂的方式进行繁殖。

双生辐囊藻 *Radiocystis geminata* Skuja 1948. Symb. Bot. Uppsala 9(3): 43(见图 1:A、B、C)。

群体球形或近球形,或呈不规则形,群体直径 50 ~ 100 μm ,自由漂浮;群体具胶被,胶被无色透明,有时不明显;群体中细胞呈放射状排列,细胞列通常较短,多变,有时无规则;在群体中心或者老的群体中,细胞列不明显,列与列之间有一定距离,有时不明显。细胞直径 3.8 ~ 5.6 μm ,细胞球形到宽卵形,分裂前宽卵形特征尤为明显,细胞彼此分开,或成对出现;原生质体浅蓝绿色,生长到一定时期出现气囊。



A: 箭头显示双生辐囊藻成列的细胞(南太湖小梅口样品,2009); B: 箭头显示无色流动性胶被(紧水滩安仁样品,2009); C: 年轻群体(南太湖小梅口样品,2009)。
A: The blank arrow shows uniseriate rows of cells (samples at Xiao-Mei-Kou in Lake South Taihu, 2009); B: The blank arrow shows fine, colourless and diffuent gelatinous mucilage (samples at An-Ren in Jin-shui-tan Reservoir, 2009); C: Young colonies (samples at Xiao-Mei-Kou in Lake South Taihu, 2009).

图1 双生辐囊藻(鲁哥氏液固定)

Fig. 1 *Radiocystis geminata* Skuja (Fixed by Lugol's solution)

分裂方式:细胞在连续世代中以一个分裂面行横分裂形成放射状的列,在生长后期,以垂直于放射性的列行垂直分裂形成排。

繁殖方式:以群体分裂的方式进行繁殖。

分布及产毒:分布在热带及温带中富营养和富营养的水体中;可以引发蓝藻水华,能产生微囊藻毒素^[14]。

3 讨论

辐囊藻属(*Radiocystis*)及其模式种最初由 Skuja 1948 年发现并报道,此后 *Radiocystis* 的 4 个种陆续被报道:Komarek 及 Komarkova 报道发现 *R. fernandoi*^[8],其细胞直径显著大于模式种;Hindak 报道发现 *R. aphanothecoidea* 及 *R. elongata*^[3],其中 *R. aphanothecoidea* 的细胞短圆柱形,且具圆的末端,群体直径小于模式种,*R. elongata* 细胞球形、卵形、圆柱形,细胞直径及群体直径一般小于模式种或相当;Komarek 及 Cronberg 发现并报道 *R. magadzae*,细胞卵形,较小^[9]。

尽管 Skuja 报道发现 *Radiocystis* 及模式种^[1],但当时却并不被认可,Drouet 和 Daily^[23-27]将 *Radiocystis* 及其他 18 个不同的属统一合并到色球藻目、色球藻科、*Anacysits*(组囊藻属)中,后来随着分类研究的深入,*Radiocystis* 又被分离出来,并作为一个独立的属被大多数学者普遍认可。

辐囊藻的形态分类通常与微囊藻相混淆,但二者在群体形态、细胞排列及胶被特征上有差异。辐囊藻群体具放射状排列的细胞,如我们发现于浙江的双生辐囊藻,其群体细胞在靠近胶被处细胞列与细胞列之间有一定距离(图 1: A、B),使得细胞的放射状排列特征比较显著,年轻群体更显著(图 1: C),但在老群体或者群体中心这种细胞的放射状排列特征不明显,主要是因为其特有的细胞分裂方式,这也是区别于微囊藻的一个显著特征,即辐囊藻细胞生长初期,细胞在连续世代中以一个分裂面行横分裂,生长后期,细胞以垂直于放射性列的面行垂直分裂形成排,故老的群体中或者群体中心,细胞放射状排列特征就不那么明显了。

另外,*R. fernandoi* 通常被误定为放射微囊藻(*Microcystis botrys*),其实二者胶被有显著差异:*R. fernandoi* 具流动性无结构的胶被,而 *M. botrys* 具管状或半球状放射状结构的胶被^[6,10]。

辐囊藻主要分布在热带和温带的中富营养和富营养水体中,可以形成有毒蓝藻水华,双生辐囊藻已被报道可以产生微囊藻毒素 McLR^[14,28]。浙江南太湖及紧水滩样品中的双生辐囊藻并未在其生境地引发蓝藻水华,而是和蓝藻水华的原因种相伴生,如挪氏微囊藻等,但随着富营养化的进程及环境的变化,辐囊藻将成为我国蓝藻水华的又一潜在有害原因种,因此,辐囊藻的种类分类在我国尤为重要,辐囊藻属及双生辐囊藻在我国的报道对我国湖泊水库蓝藻水华成因种分类鉴定具有很重要的意义。

参考文献:

- [1] Skuja H. Taxonomie des phytoplanktons einiger seen in Uppland, Schweden [J]. *Symb Bot Uppsala*, 1948, 9(3): 1-399.
- [2] Hindak F, Moustaka M P. Planktonic cyanophytes of Lake Volvi, Greece [J]. *Archiv fur Hydrobiologie / Algological Studies*, 1988, 50-53: 497-528.
- [3] Hindak F. Cyanophytes colonizing mucilage of chroococcal water blooms [J]. *Nove Hedwigia*, 1996, 112: 69-82.
- [4] Wehr J D, Sheath R G. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* [M]. New York: Academic Press, 2003: 81, 113, 913.
- [5] Koma'rek J, Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales [M] // Ettl H, Gärtner G, Heynig H, Mollenhauer D, eds. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm: Gustav Fischer, 1998: 548.
- [6] Koma'rek J. *Diversita a moderní klasifikace sinic (Cyanoprocaryota) diversity and modern classification of Cyanobacteria (Cyanoprocaryota)*. — inaugural dissertation, not published. 1992.
- [7] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类——系统、分类及生态 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 33.
- [8] Koma'rek J. *Radiocystis fernandoi*, a new planktic cyanoprocaryotic species from tropical freshwater reservoirs [J]. *Preslia (Praha)*, 1993, 65: 353-357.
- [9] Koma'rek J, Cronberg G. Some Chroococcalean and Oscillatorialean cyanoprocaryotes from Central and South African water reservoirs [J]. *Nova Hedwigia*, 2001, 73(1-2): 129-160.
- [10] Vieira J M S, Azevedo M T P, Azevedo S M F D O. Microcystin production by *Radiocystis fernandoi*

- (Chroococcales, Cyanobacteria) isolated from a drinking water reservoir in the city of Belem, PA, Brazilian Amazonia region [J]. *Toxicon*, 2003, 42: 709–713.
- [11] Lombardo M, Pinto F C R, Vieira J M S, Honda R Y, Pimenta A M C, et al. Isolation and structural characterization of microcystin-LR and three minor oligopeptides simultaneously produced by *Radio-cystis fernandoi* (Chroococcales, Cyanobacteriae); A Brazilian toxic cyanobacterium [J]. *Toxicon*, 2006, 47: 560–566.
- [12] Sant' Anna C L, Azevedo M T P, Senna P A C, Komárek J, Komárková J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales [J]. *Revista Brasileira de Botânica*, 2004, 27: 213–227.
- [13] Hindak F. Three planktonic cyanophytes producing water blooms in Western Slovakia [J]. *Czech Phycology, Olomouc*, 2006, 6: 59–67.
- [14] Tanner R, Kangur K, Spoof L, Meriluoto J. Hepatotoxic cyanobacterial peptides in Estonian freshwater bodies and inshore marine water, Proc. Estonian Acad [J]. *Sci Biol Ecol*, 2005, 54: 40–52.
- [15] Haberman J. Proceedings of the Estonian. Academy of Sciences, Biology and Ecology [M]. Estonian Academy Publishers, 2005, 54(1): 49.
- [16] Capdevielle P. Recherches ecologyigoes et systematiques sur le phytoplankton du Lac de Cazaux-Sanguinet-Biscarrosse [J]. *The'se de docteur de l'Universite' de Bordeaux*, 1978, 304: +XXXV.
- [17] Reynolds C S, Dokulil M, Padisak J. The Trophic Spectrum Revisted; The influence of trophic state on the assembly of phytoplankton communities [M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000: 39–48.
- [18] Sant' Anna C L, Azeved M T d P O, Werner V R, et al. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil [J]. *Algological Studies*, 2008, 126: 251–265.
- [19] Skelton P, South G R. The benthic marine algae of the Samoan Archipelago, South Pacific, with emphasis on the Apia District [J]. *Nova Hediwigia*, 2007, 132: 258–263.
- [20] Cronberg G, Annadotter H. Manual on Aquatic Cyanobacteria: a photo guide and a synopsis of their toxicology [M]. Copenhagen, Denmark: Internat. Soc. For the study of Harmful Algae, c/o Inst. Biol. Univ., 2006: 92.
- [21] Herrero A, Flores E, Flores F G. The Cyanobacteria: Molecular Biology, Genomics and Evolution [M]. Norfolk, UK: Caister Academic Press, 2008: 484.
- [22] 国家环境保护局, 水和废水监测分析方法编委会编. 水和废水监测分析方法 [M]. 第4版, 增补版. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 701–704.
- [23] Desikachary T V. Cyanophyta [M]. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1959: 78–80.
- [24] Daily W A. The Chroococcaceae of Ohio, Kentucky and Indiana [J]. *Amer Midl Nat*, 1942, 27(3): 636–661.
- [25] Drouet F. Cyanophyta [M] // Smith G M, ed. Manual of Phycology. Waltham, Mass: Chronica Botanica, 1951: 159–166.
- [26] Drouet F, Daily W A. A synopsis of the Coccolid Myxophyceae [J]. *Butler Univ Studies Bot*, 1952, 10: 120–223.
- [27] Drouet F, Daily W A. Revision of the Coccolid Myxophyceae [J]. *Butler Univ Studies Bot*, 1956, 12: 1–218.
- [28] Evangelista V, Barsanti L, Frassanito A M, et al. Algal toxin: nature, occurrence, effect and detection [M] // NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. Germany: Springer, 2008: 215.