

文章编号: 1674-5566(2017)02-0258-05

DOI:10.12024/jsou.20160601805

群动盖丝藻 (*Geitlerinema ionicum*) 中国蓝藻门一个新纪录种

王梦梦¹, 杨 丽¹, 徐肖莹¹, 张 玮^{1,2}, 王丽卿^{1,2}

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 水域生态环境上海高校工程研究中心, 上海 201306)

摘 要: 颤藻目蓝藻是世界广泛分布的藻类,也是正处于藻类分类学修订中的一大类群。根据形态特征,在 2014 年夏季上海黄浦江水体采集的藻类样品中,确定了中国蓝藻的一个新纪录属——盖丝藻属 (*Geitlerinema*) 和新纪录种——群动盖丝藻 (*Geitlerinema ionicum*),对该属和该种的分类学形态特征进行了详细的描述;另外,参考 KOMAREK 和 ANAGNOSTIDIS 分类体系,对我国与该属相关的蓝藻种类进行了重新归类组合,发现尖头颤藻 (*Oscillatoria acutissima*)、两栖颤藻 (*O. amphibia*)、双点颤藻硫泉变种 (*O. geminate* var. *sulphurea*)、四点颤藻单颗粒变种 (*O. quadripunctulata* var. *unigranulata*) 等 4 种应归入盖丝藻属。

关键词: 盖丝藻属; 尖头盖丝藻; 两栖盖丝藻; 硫泉盖丝藻; 形态学

中图分类号: Q 959.117 **文献标志码:** A

蓝藻是地球上最原始的光合自养生物,它们种类繁多,已定名的大约就有 3 000 多种,有学者估计可能有 5 000 多种^[1]。蓝藻物种如此丰富,而又常常发生形态变异,使得蓝藻的分类学研究成为一项复杂、艰难而又十分有意义的工作^[1]。现代蓝藻分类学在 20 世纪 90 年代之前基本以藻类形态为主要依据,主要的分类体系为 GEITLER 分类系统^[2]、BOURRELLY 分类系统^[3] 和 STARMACH 的分类系统^[4];至 20 世纪 80 年代后期,ANAGNOSTIDIS 和 KOMAREK^[5] 对蓝藻显微形态、超微结构、繁殖方式、生态特征和分子系统学等资料进行综合分析,提出了新的分类体系。在目前以色球藻目、颤藻目、念珠藻目和真枝藻目为骨架的蓝藻分类系统中,非异形胞分化的丝状蓝藻——颤藻目 (*Oscillatoriales*) 的分类变化和调整非常大^[5]。本文主要对从早期的颤藻属中分离出来的蓝藻 *Geitlerinema*^[2, 5-6] 和它的分类状况进行研究讨论。

我国涉及颤藻目 (*Oscillatoriales*) 蓝藻分类学的著作较少,主要有胡鸿钧主编的《中国淡水藻类》^[7]、胡鸿钧和魏印心主编的《中国淡水藻:系

统分类及生态》^[8]、朱浩然主编的《中国淡水藻志·第九卷·蓝藻门·藻殖段纲》^[9] 和胡鸿钧主编的《水华蓝藻生物学》^[1] 等;其中胡鸿钧和朱浩然的著作主要参考了 GEITLER、BOURRELLY 和 STARMACH 等早期分类学家建立的分类体系^[2-4],故未涉及盖丝藻属;《水华蓝藻生物学》一书是目前国内关于介绍蓝藻生物学最新的资料,但该书主要针对可引起水华的物种做了论述,也未对盖丝藻属进行介绍;《中国淡水藻:系统分类及生态》一书是国内目前介绍淡水藻类最全,也相对较接近于国际分类体系的一本综合性著作^[8];该书的蓝藻分类部分参考了 ANAGNOSTIDIS 和 KOMAREK 1988 年的分类体系,将盖丝藻属作为席藻科 (*Phormidiaceae*)、席藻属 (*Phormidium*) 的一个亚属作了较为简单的介绍^[5, 8],并记载了我国分布的一个物种:尖头席藻 (*Phormidium acutissimum*),这个物种名与朱浩然著作中的尖头颤藻 (*Oscillatoria acutissima*) 为同种异名^[9-10]。因我国一直未见有分类学资料将盖丝藻属作为一个正式的属进行描述,故本文参考国际上新的分类体系,将盖丝藻属作为中国的一

收稿日期: 2016-06-14 修回日期: 2016-09-29

基金项目: 生态河道监测项目 (D-8005-14-0284)

作者简介: 王梦梦 (1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为藻类生态。E-mail: aquawangmm@163.com

通信作者: 王丽卿, E-mail: lqwang@shou.edu.cn

一个新纪录属进行报道和描述,以期填补我们蓝藻分类的相关空白。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

于2014年9月在上海市黄浦江长桥水厂沿岸带水域进行样品采集工作;藻类样品用25号筛绢制作的浮游生物网捞取和沿岸带水生植物表面刮取两种方式采集。混合藻液置于300 mL聚乙烯塑料瓶中带回实验室,自然光源静置培养,1个月后获得“藻垫”;然后,经巴斯德毛细管分离出纯化藻株,于BG11培养基、25℃的条件下进行室内培养,定期取藻类活体样品进行显微观察。

1.2 形态观察和测量

藻丝形态的观察使用Olympus BX51型光学显微镜,在1000倍油镜下进行观察;外接数码相机(QIMAGING Micropublish 5.0RTV)与台式计算机。通过其附带的图像分析软件Image-pro express 5.1进行数码拍照和数据测量。选取30个以上的藻体进行各项数据的测量统计。

1.3 样品鉴定

主要参考ANAGNOSTISIS^[6]及KOMAREK和ANAGNOSTIDIS的文献^[10]。

2 结果

2.1 *Geitlerinema* 属的特征

Geitlerinema 一词在胡鸿钧的著作中已被翻译为“盖丝藻”,遵循中文译名优先认可的原则,本文仍采用胡的译名,称之为“盖丝藻属”。

属的特征:丝状体,不分枝,罕见单生,或多或少呈平行排列,通常呈薄层、垫状,底栖或浮生(偶然性漂浮);藻丝不具鞘,同极,直或轻微卷曲或波状,窄而细,宽度1~4 μm;单根不成束状,由圆柱形细胞组成,横壁不收缢或略收缢,藻丝末端常变窄,轻微弯曲,具有强烈运动性。细胞圆柱形,细长,或多或少等径,长总大于宽(通常高达几倍),无假空泡,具有明显的蓝藻颗粒,类囊体沿细胞壁呈同心分布^[6];端细胞圆形或常狭窄和弯曲,有时钩尖或点形或细圆形,有时具有球形帽状体结构;细胞呈淡蓝绿色,黄绿色,橄榄绿色或亮绿色,丝状体颜色均匀。无异形胞,无厚壁孢子;通过横向二分裂进行细胞分裂,垂直于

藻丝的长轴,子细胞在长成初始大小后才会进行下一次分裂^[6];除了端细胞外,所有细胞具有分裂能力;通过能动的藻殖段繁殖,该方式不通过坏死细胞或藻丝破碎的方式实现;很少单独生长,通常成垫,覆盖于土壤、水下的植物叶片或石头表面。有些种类出现在温泉附近。

2.2 种的特征

关于“*ionicum*”中文译名:拉丁语前缀“ion”为“move”的意思,后缀“cum”为“with, together”的意思,故本文将其译为“群动盖丝藻”^[11]。

物种特征:藻丝单根或形成蓝藻色薄片群体,藻丝直或弯曲,宽1.2~1.4 μm,顺时针方向旋转,横壁不收缢或偶见极微弱收缢。细胞长4.8~5.7 μm;细胞多呈蓝绿色,油镜下可见具有较多细小颗粒,有2~3个稍大颗粒,极少数细胞有4个颗粒,大颗粒多位于细胞横壁处。末端细胞渐尖延长,弯曲,或呈圆锥形、尖细状,细胞末端具有一个颗粒。

3 讨论

有关*Geitlerinema*类群物种的描述最早主要见于GEITLER的著作,但当时将这些物种都归于颤藻属(*Oscillatoria*)^[2,6]。在KOMAREK & ANAGNOSTIDIS的分类体系中^[5],首次以一个亚属的分类地位将*Geitlerinema*类群提出,其隶属于颤藻目(*Oscillatoriales*)、席藻科(*Phormidiaceae*)、席藻属(*Phormidium*)。1989年,ANAGNOSTIDIS^[6]根据形态特征,对其分类地位进行了重新归类,认定其为一个新属,隶属于颤藻目、伪鱼腥藻科(*Pseudanabaenaceae*)。2005年,KOMAREK和ANAGNOSTIDIS所编的关于颤藻目的著作中对此进行了进一步确认^[10]。2014年,KOMAREK等^[12]通过分子手段对蓝藻门进行了重新划分;在该新的分类体系中,将蓝藻门划分为8个目,46个科,300个属;*Geitlerinema*被划归入颤藻目(*Oscillatoriales*)、鞘束藻科(*Coleofasciculaceae*),该科是一个新建立的科,主要包括*Anagnostidinema*、*Coleofasciculus*、*Desertifilum*、*Geitlerinema*、*Kastovskya*、*Roseofilum*、*Wilmottia*等7个属。KOMAREK和ANAGNOSTIDIS记载了盖丝藻属(*Geitlerinema*)的19个物种^[10];目前,根据2014年Algaebase数据库的最近记录:该属共有40个种名被发表,其

中 35 个种名被确认有效^[13]。

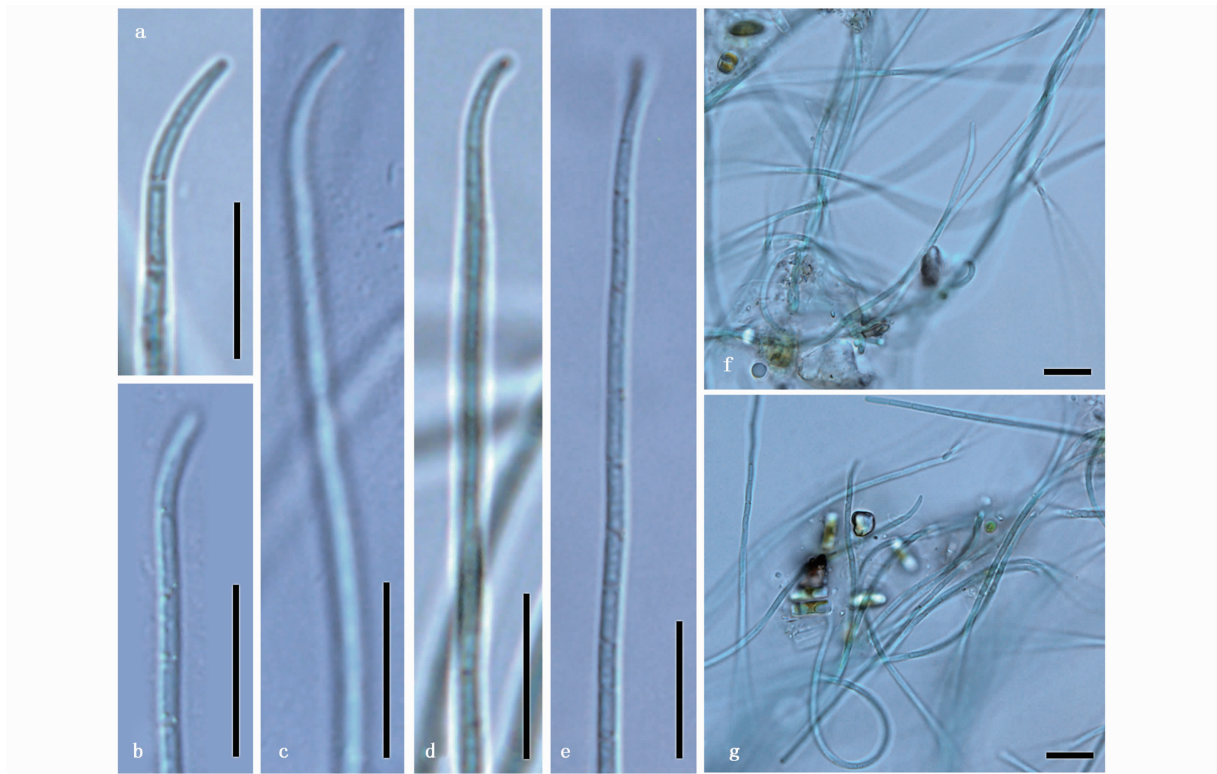


图 1 群动盖丝藻外形照片

Fig. 1 The morphology of *Geitlerinema ionicum*

a-e. 单根藻丝形态; f-g. 群体形态; 标尺 = 10 μm

a-e. detail of solitary trichome; f-g. fasciculated trichomes; scale bar = 10 μm

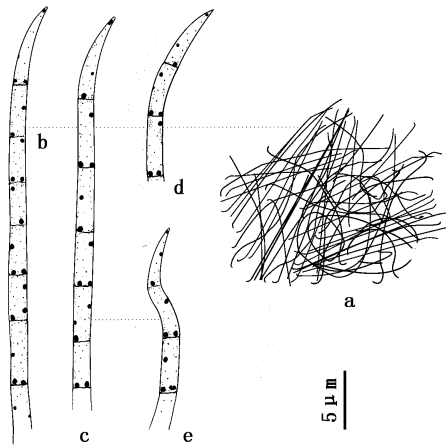


图 2 群动盖丝藻手绘图

Fig. 2 Hand-drawing pictures of *Geitlerinema ionicum*

a. 群体形态; b-e. 单根藻丝形态

a. colony morphology; b-e. details of solitary trichome

近期, KOMÁREK 等^[12]用分子生物学手段研究了 *Geitlerinema* sp. PCC7105 和 *Lyngbya* sp. PCC8106、*Oscillatoria formaosa* PCC 6407、*Microcoleus vaginatus* FGP-2、*Crinalium*

epipsammum PCC 1080 等颤藻目藻株遗传特性, 发现前者与后者的遗传相似性低于 84%, 从遗传学角度证明了盖丝藻属的独立性。从形态学角度而言, 盖丝藻属 (*Geitlerinema*) 与颤藻目 (*Oscillatoriales*) 大多数物种最明显的区别在于其藻丝非常窄, 宽度通常小于 4 μm, 不具伪空泡结构, 能剧烈运动; 盖丝藻属 (*Geitlerinema*) 和席藻属 (*Phormidium*) 具有许多相似特征, 如: 分裂形成的子细胞会长成母细胞初始大小后才进行下一次的分裂, 藻丝能动, 以藻丝断裂形成能动的繁殖体进行繁殖等等, 但盖丝藻不具胶鞘结构^[6]。盖丝藻属与吉丝藻属 (*Jaaginema*) 的主要区分为后者群体呈束状, 不运动, 而前者运动剧烈, 群体通常呈薄片状或垫状^[10]。因此, 我们赞同 KOMAREK 和 ANAGNOSTIDIS 分类观点, 认同盖丝藻 (*Geitlerinema*) 应单独成属。

根据 KOMAREK 和 ANAGNOSTIDIS 的颤藻目分类著作, 对我国与该属相关的蓝藻种类进行了重新组合归类, 发现尖头颤藻 (*Oscillatoria*

acutissima Kufferath)、两栖颤藻(*O. amphibia* C. Agardh ex Gomont)、双点颤藻硫泉变种(*O. geminate* Men. var. *sulphurea* Strzeszewski)、四点颤藻单颗粒变种(*O. quadripunctulata* var.

unigranulata R. N. Singh)等4种应归入盖丝藻属(*Geitlerinema*);物种名称的变更具体见表1。加上本文最新报道的群动盖丝藻(*Geitlerinema ionicum*),我国目前共发现该属5个物种。

表1 我国原颤藻属的部分藻类学名变更

Tab.1 Name modification of some former *Oscillatoria* species in China

原学名		新学名	
尖头颤藻	<i>Oscillatoria acutissima</i> Kufferath	尖头盖丝藻	<i>Geitlerinema acutissimum</i> (Kufferath) Anagnostidis
两栖颤藻	<i>O. amphibia</i> C. Agardh ex Gomont	两栖盖丝藻	<i>G. amphibium</i> (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis
双点颤藻硫泉变种	<i>O. geminate</i> Men. var. <i>sulphurea</i> Strzeszewski	硫泉盖丝藻	<i>G. sulphureum</i> (Strzeszewski) Anagnostidis
四点颤藻单颗粒变种	<i>O. quadripunctulata</i> var. <i>unigranulata</i> R. N. Singh	单颗粒盖丝藻	<i>G. unigranulatum</i> (R. N. Singh) J. KOMAREK & M. T. P. Azevedo

群动盖丝藻(*G. ionicum*)与上述4种藻类的区分在于:尖头盖丝藻(*G. acutissimum*)藻丝较宽,为1.5~2.5 μm,横壁处各具有一个颗粒^[9];两栖盖丝藻(*G. amphibium*)顶端细胞圆形,不呈头状^[9];硫泉盖丝藻(*G. sulphureum*)顶端不尖细,藻丝宽2~3 μm,横壁处具有1~2个大而明显颗粒^[9];单颗粒盖丝藻(*G. unigranulatum*)群体互相缠绕,藻丝末端圆形,细胞较长,达7~8 μm,横壁两侧各有一个颗粒^[9]。目前,有关群动盖丝藻(*G. ionicum*)超微结构、代谢产物、DNA分子序列等方面的研究还鲜有报道,加强此类研究,将对我国颤藻目蓝藻的分类工作大有裨益。

群动盖丝藻(*G. ionicum*)在国外主要分布于土耳其的淡水水体^[10],马其顿(希腊)的瀑布和水稻田生境^[10],西班牙^[14]、斯瓦尔巴特群岛(挪威)^[15]、澳大利亚和新西兰的淡水生境中^[16],在地中海地区广泛分布,并常见于水温高于20℃的水体或富含矿物质的温泉^[10]。本文中的群动盖丝藻(*G. ionicum*)采自于黄浦江长桥水厂附近水域,该水域水质特征为:总氮浓度为(5.49±0.78)mg/L,总磷浓度为(0.35±0.08)mg/L,氨氮浓度为(1.12±0.23)mg/L,COD_{Mn}浓度为(10.05±1.36)mg/L,浊度为141.16 NTU,盐度为0.3,采样时水温27.5℃,总体属于富营养化的淡水水体。鉴于该物种在国外分布生境的多样化,以及在我国发现的生境特征,本文认为该物种可能为一种对水体营养盐浓度具有较宽适应范围的世界性广布种。

参考文献:

[1] 胡鸿钧. 水华蓝藻生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 1-275.

- HU H J. The biology of water-blooms blue-green algae[M]. Beijing: Science Press, 2011: 1-275.
- [2] GEITLER L. Cyanophyceae[M]//PASCHER A. Die Süßwasserflora Deutschlands, sterreichs und der Schweiz. Jena; G. Fischer, 1925: 1-450.
- [3] BOURRELLY P. Les algues d'eau douce, Initiation à la systématique. Tome III: Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Réimpression revue et augmentée [M]. Paris: Société Nouvelle des Editions Boubée, 1985: 1-606.
- [4] STARMACH K. Cyanophyta-sinice, glaucophyta-glaukofity [M]. Flora Slodkow; Polski, 1966, 2: 1-808.
- [5] ANAGNOSTIDIS K, KOMÁREK J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3-oscillatoriales [J]. Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie, 1988, Supplement Volumes(50/53): 327-472.
- [6] ANAGNOSTIDIS K. *Geitlerinema*, a new genus of oscillato-rialean cyanophytes [J]. Plant Systematics and Evolution, 1989, 164(1/4): 33-46.
- [7] 胡鸿钧, 李尧英, 魏印心, 等. 中国淡水藻类[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980: 1-225.
- HU H J, LI Y Y, WEI Y X, et al. The freshwater algae of China [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1980: 1-225.
- [8] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类: 系统分类与生态[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- HU H J, WEI Y X. The freshwater algae of China: systematics, taxonomy and ecology [M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [9] 朱浩然. 中国淡水藻志·第九卷·蓝藻门·藻殖段纲 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 1-312.
- ZHU H R. Flora algarum sinicarum aquae dulcis · Tomus IX · cyanophyta · hormogonophyceae [M]. Beijing: Science Press, 2007: 1-312.
- [10] KOMÁREK J, ANAGNOSTIDIS K. Süßwasserflora von mitteleuropa. cyanoprokaryota; 2. teil/2nd part: oscillatoriales [M]. München; Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2005, 19: 1-759.

- [11] BROWN R W. Composition of scientific words: a manual of methods and a lexicon of materials for the practice of logotechnics[M]. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1956: 1-882.
- [12] KOMÁREK J, KAŠTOVSKÝ J, MAREŠ J, et al. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach[J]. Preslia, 2014, 86 (4): 295-335.
- [13] GUTY M D, GUIRY G M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2015 [EB/OL]. [2015-06-09]. <http://www.algaebase.org>.
- [14] ALVAREZ-COBELAS M, GALLARDO T. Catálogo de las algas continentales españolas v. cyanophyceae schaffner 1909 [J]. Acta Botanica Malacitana, 1988, 13: 53-76.
- [15] MATUŁA J, PIETRYKA M, RICHTER D, et al. Cyanoprokaryota and algae of Arctic terrestrial ecosystems in the Hornsund area, Spitsbergen [J]. Polish Polar Research, 2007, 28(4): 283-315.
- [16] BROADY P A, MERICAN F. Phylum cyanobacteria: blue-green bacteria, blue-green algae[M]//GORDON D P. New Zealand inventory of biodiversity. Volume Three: Kingdoms Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi. Christchurch: Canterbury University Press, 2012: 50-69.

Geitlerinema ionicum — A newly recorded genus and species of Cyanophyta in China

WANG Mengmeng¹, YANG Li¹, XU Xiaoying¹, ZHANG Wei^{1,2}, WANG Liqing^{1,2}

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Engineering Research Center for Water Environment Ecology in Shanghai, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Oscillatoriales is distinct and broad cyanobacterial organism group which has been subject to taxonomical amendments. Based on field material collected from Huangpu River (Shanghai, China) in the summer of 2014, *Geitlerinema ionicum* belonging to the *Geitlerinema*, Coleofasciculaceae (Cyanophyta) is reported for the first time in China in this paper, and *Geitlerinema ionicum* is a newly recorded genus and species of Cyanophyta in China. The morphological characteristics of *Geitlerinema* and *Geitlerinema ionicum* were described in detail. According to the cyanobacterial classification system established by KOMAREK & ANAGNOSTIDIS (2005), four species (*Oscillatoria acutissima*, *O. amphibia*, *O. geminate* var. *sulphurea*, *O. quadripunctulata* var. *unigranulata*) previously reported in China should be considered to be attributable to *Geitlerinema*.

Key words: *Geitlerinema*; *Geitlerinema acutissimum*; *Geitlerinema amphibian*; *Geitlerinema sulphureum*; morphology