

广东省淡水红藻弯枝藻属一种 (*Compsopogon* sp.) 的形态描述及分类地位探讨

潘 鸿^{1,2}, 杨 扬^{2*}, 唐宇宏³

(1. 遵义医学院公共卫生学院, 贵州遵义 563003; 2. 暨南大学水生生物研究中心, 广州 510632;

3. 遵义医学院管理学院, 贵州遵义 563003)

摘 要: 2009 年 8 月在广东省龙川县定南水河采集到一份弯枝藻属的标本, 其形态特征介于弯枝藻 (*Compsopogon caeruleus*) 和疏枝弯枝藻 (*C. sparsus*) 之间。植物体株高 10~18 cm, 主轴直径 180~270 μm , 微收缢; 中轴细胞近球形和扁球形, 横壁收缢明显, 直径 150~200 μm , 高 100~110 μm ; 皮层细胞 1 层, 中轴细胞缢缩处为 2~3 层; 多角形或卵形, 长 25~35 μm , 直径 20~25 μm ; 分枝直出至侧生, 某些基部细胞特化为假根; 分枝顶端渐尖、急尖或二叉状; 单孢子球形, 直径 10~14 μm 。该标本可能为弯枝藻和疏枝弯枝藻在演化过程中的一种过渡类型。

关键词: 形态特征; 分类地位; 弯枝藻属; 广东

中图分类号: Q949. 21

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2013)06-0540-05

Morphological Description and Taxonomy of *Compsopogon* sp. (*Compsopogonaceae*, *Rhodophyta*) from Guangdong Province

PAN Hong^{1,2}, YANG Yang^{2*}, TANG Yu-Hong³

(1. School of Public Health, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563003, China;

2. Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510632, China;

3. School of Public Policy and Management, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563003, China)

Abstract: *Compsopogon* specimens were collected in Dingnanshui River from Longchuan County, Guangdong Province in August 2009. The morphological characters of the specimen were similar to *Compsopogon caeruleus* and *C. sparsus*. Plants were 10–18 cm high and 180–270 μm in diameter, main axes were slight constricted. Axial cells were nearly spherical and spheroidic, 100–110 μm high and 150–200 μm in diameter. Cross wall was constricted apparently. Cortical cells were one layered while 2–3 layered at constricted axial cells, polygonal or ovoid shaped, 25–35 μm long, 20–25 μm in diameter. Branching horizontal and lateral, some basal cells specialized as rhizoid on the plants. Apex of branches acuminate, acute or binary. Monosporangia spherical, 10–14 μm in diameter. The specimen may be a transitive type of *C. caeruleus* and *C. sparsus* in evolution.

Key words: Morphological characters; Taxonomy; *Compsopogon*; Guangdong

目前世界记录的淡水红藻约有 210 多种 (含变种)^[1], 中国记录有 69 种 (含变种)^[2]。淡水红藻几乎绝大部分以固着生长的方式存在于未受

污染、洁净清凉的泉、溪、河以及大型湖泊中岩石或其他物体上^[1,3,4]。弯枝藻属 (*Compsopogon*) 隶属红藻门弯枝藻纲、弯枝藻目、弯枝藻

收稿日期: 2013-04-23, 修回日期: 2013-08-07。

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2009ZX07211-009)。

作者简介: 潘鸿 (1975–), 男, 博士, 讲师, 从事藻类学、河流生态修复研究 (E-mail: ph-tian999@163.com)。

* 通讯作者 (Author for correspondence. E-mail: yangyang@scies.com.cn)。

科, 少数种类在世界上分布较广^[3,5,6], 多分布于热带和亚热带地区^[6-8], 有些甚至分布在北纬50°以上的区域^[4]。由于弯枝藻属各种间和同一种的形态、生长发育和生活史等不同阶段形态界限发生重叠以及描述不完整等原因^[5], 不仅造成该属种类鉴定较为困难, 还导致对某些种的认可产生争议。例如, Vis 等^[6]采用多形态测量及图像分析方法对北美的弯枝藻属7个模式种的分析结果认为仅为2个种; 而 Seto 和 Kumano^[9]考察几乎全部相似类群的模式种后, 将其重新定为3个种。另外, 弯枝藻 (*Compsopogon caeruleus*) 在某些文献中被错误拼写为 *C. coeruleus*^[1,6,10,11]; Sheath 和 Sherwood^[12]认为该种与铁锈弯枝藻 (*C. chalybeus*) 是同种异名; 而 Kumano^[1]则认为二者是2个不同的种。然而, Necchi 等^[13]最新研究结果表明, 在全球广泛分布的弯枝藻属不同种的样品间具有非常低的遗传多样性, 认为该属为单种属, 仅有弯枝藻 (*C. caeruleus*) 1个种; 而且还认为弯枝藻属与拟弯枝藻属 (*Compsopogonopsis*) 属于同义词。但施之新等^[3]认为, 淡水红藻通常只生长于水体的某一特定水域内, 易造成种群间的相互孤立, 长期的生殖隔离客观上易导致物种形成相对独立的演化途径。因此, 对于弯枝藻属的分类还需要开展大量的研究工作, 尤其是因为多数种类分布范围较窄, 有些种类的分类地位还有待确认。

我国对淡水红藻的研究相对薄弱, 加之环境污染的加剧导致多数种类处于濒危和渐危状态, 迫切需要开展淡水红藻区系调查和系统分类等方面的研究^[2]。笔者对采于我国广东省龙川县的一种弯枝藻属植物进行了研究, 以期为我国淡水红藻的分类及藻类资源研究提供借鉴和参考。

1 材料与方法

研究材料为2009年8月采自广东省龙川县定南水河的淡水红藻样品。植物体与其附着的岩石基质一同置于标本瓶中, 用4%(V/V)的甲醛溶液固定。植物体用石蜡包埋并徒手切片, 采用改良的霍氏液(鲁哥氏液: 霍氏液=1:10)将切片固定, 制作装片, 在光学显微镜(Olympus BX51)下观察其

形态特征, 采用显微成像系统(Qimaging Micro-Publisher 3.3 RTV)拍照。标本保存于遵义医学院公共卫生学院(SPCZYM)。

溶解氧(dissolved oxygen, DO)、电导率(electric conductivity, EC)、水温(temperature, T)、酸碱度(potential of hydrogen, pH)、分别采用YSI-85水质分析仪和便携式pH计在原位测定。采集1L原水置于冰盒中(0~4℃)带回实验室, 参照标准方法^[14]测定总氮(total nitrogen, TN)、氨氮(ammonia nitrogen, NH₄-N)、硝氮(nitrate nitrogen, NO₃-N)、总磷(total phosphorus, TP)及高锰酸盐需氧量(permanganate demand, COD_{Mn})。

2 研究结果

2.1 植物体形态特征

经鉴定, 该淡水红藻为弯枝藻属的一个种(*Compsopogon* sp.) (图1)。植物体疏松丛状, 高10~18 cm, 蓝绿色; 以细的基部着生石上; 主轴直径180~270 μm, 微收缢。中轴细胞横壁收缢明显(图1: A), 直径150~200 μm, 高100~110 μm; 下部呈近球形, 中上部近扁球形。皮层由一层细胞组成(图1: B), 在中轴细胞收缢处为2~3层; 皮层细胞多角形或近卵形, 直径20~25 μm, 长25~35 μm。分枝直出至侧生, 较稀疏, 有些分枝基部细胞特化为假根状(图1: C、D), 有些分枝基部变细, 分枝顶端渐尖(图1: E)、急尖(图1: F), 或二叉状(图1: G)。单孢子球形, 直径10~14 μm(图1: H)。

采集地: 广东省龙川县定南水河(N24°41'55", E115°11'22")。中等流速, 水质理化数据见表1。

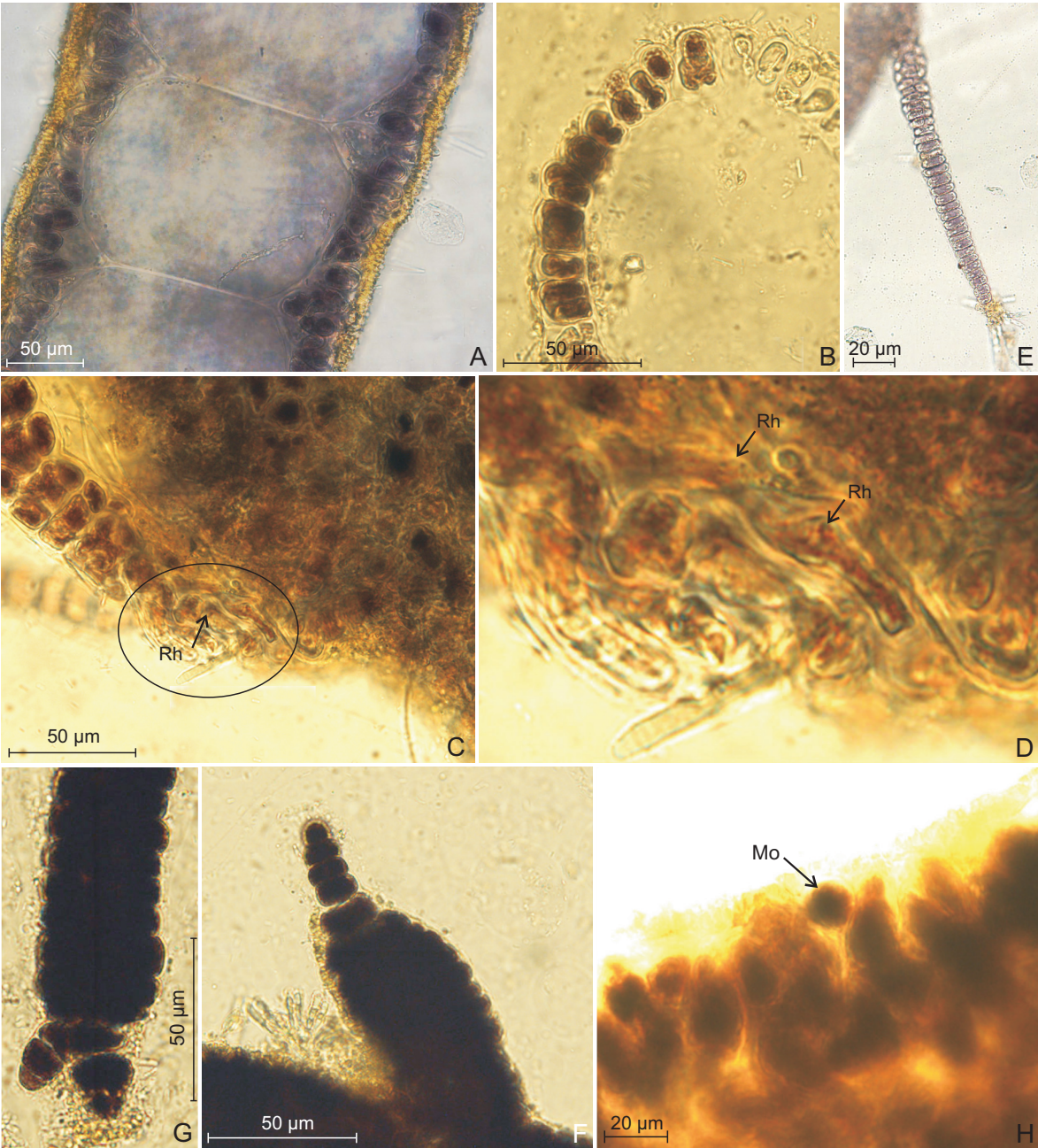
采集时间: 2009-08-07。

采集人: 潘鸿、陈纯兴、李建。

标本编号: DNS090807-E。

2.2 相似种形态比较

本研究采集的标本与国内外报道的弯枝藻(*C. caeruleus*)^[1,3,6]和疏枝弯枝藻(*C. sparsus*)^[1,15]在形态特征上均具有较高的相似性。其比较结果见表2。



A: 纵切片，示中轴细胞；B: 横切片，示皮层细胞数；C: 分枝基部细胞特化，示假根；D 为假根局部放大；E~G: 小分枝末端；H: 单孢子。Rh: 假根；Mo: 单孢子。
A: Longitudinal section of specimen, showing axial cell; B: Transverse section of specimen, showing layer of cortical cell; C: Basal cell specialization of branches, showing rhizoid; D: Partial enlarged drawing of rhizoid; E~G: Terminal of branches; H: Cortical cell, showing the monosporangia. Rh: Rhizoid; Mo: Monosporangia.

图 1 定南水河弯枝藻属一种 (*Compsopogon* sp.) 的形态特征
(图片由唐宇宏按采集的 DNS090807-E 标本制作拍摄)

Fig. 1 Morphological characters of *Compsopogon* sp. from Dingnanshui River
(photographed by Yu-hong TANG from the H. PAN et al. DNS090807-E)

表 1 标本采集地水质理化参数
Table 1 Physicochemical parameters of water at the sample site

| 理化参数 Physicochemical parameters | 参数值 Value | 理化参数 Physicochemical parameters | 参数值 Value |
|------------------------------------|--------------|---|--------------|
| 酸碱度 Potential of hydrogen (pH) | 7. 4 | 氨氮 Ammonia nitrogen (NH ₄ -N) | 0. 08 mg/L |
| 水温 Temperature (T) | 29. 8℃ | 硝氮 Nitrate nitrogen (NO ₃ -N) | 1. 11 mg/L |
| 溶解氧 Dissolved oxygen (DO) | 8. 9 mg/L | 总磷 Total phosphorus (TP) | 0. 04 mg/L |
| 电导率 Electric conductivity (EC) | 88 us/cm | 高锰酸盐需氧量 Permanganate demand (COD _{Mn}) | 4. 18 mg/L |
| 总氮 Total nitrogen (TN) | 2. 06 mg/L | | |

表 2 弯枝藻(*C. caeruleus*)、疏枝弯枝藻(*C. sparsus*) 和定南水河标本的形态特征比较
Table 2 Comparison of morphological characteristics among the *C. caeruleus*,
C. sparsus and specimen from Dingnanshui River

| 形态特征 Morphological characteristic | 弯枝藻 <i>C. caeruleus</i> ^[1,3,6] | 疏枝弯枝藻 <i>C. sparsus</i> ^[1,15] | 定南水河标本 Specimens of <i>Compsopogon</i> from Dingnanshui River |
|---|---|--|---|
| 植物体 Plants | 株高达 10~80 cm 主轴直径 130~3000 μm | 株高 15~20 cm 主轴直径达 300 μm | 株高 10~18 cm 主轴直径 180~270 μm |
| 中轴细胞 Axial cells | 近球形或扁球形，基部横壁收缢。 直径为高度的 3~8 倍 | 扁球形，横壁收缢。 直径 240~250 μm，高 200 μm | 近球形和扁球形，横壁收缢。 直径 150~200 μm，高 100~110 μm |
| 分枝 Branches | 直出至侧生；上部常具互生或二 叉分枝的小枝 | 水平伸出，顶端常皱缩成弯曲状； 上部小分枝少。 | 直出至侧生，有些顶端皱缩成弯曲状； 上部常具互生或二叉分枝的小枝 |
| 皮层细胞 Cortical cells | 2~3 层；多角形，长 15~36 μm， 直径 10~27 μm | 1 层；多角形或近卵形， 长 20~40 μm，直径 20~30 μm | 1 层；中轴细胞缢缩处为 2~3 层；多角形 或卵形，长 25~35 μm，直径 20~25 μm |
| 单孢子 Monosporangia | 球形；直径 12~20 μm | 未见 | 球形，直径 10~14 μm |

3 讨论

弯枝藻属种类的生活史相对较长，不同时期的形态特征存在一定的差异^[5]。此前发表的文献中，研究人员多依据采集到的样品进行形态描述，因此，某些不同的种可能会因为描述的具体界限发生重叠或相同的物种在不同生长时期的形态差异而出现分类错误^[5]。据有关资料，该属在世界上报道有 22 个种(含变种)，但仅有 13 个种和 4 个变种被认可^[16]。然而，Necchi 等^[13]的最新研究结果却认为，全球广泛分布的弯枝藻属不同种的样品间遗传多样性较低，很可能是因为这些种类对生境条件的广泛耐受性和无性孢子的繁殖方式所致。但淡水红藻常因只生长于水体的某一特定水域内，易形成长期的生殖隔离，从而在客观上易导致物种形成相对独立的演化途径^[3]。因此，对于弯枝藻属的

分类还需要开展大量的研究工作。

依据现有的记录^[2,3]，分布于中国的弯枝藻属仅有 4 种。谢树莲等^[15]依据分枝的稀疏程度、伸出方式、基部及顶端形态特征，皮层细胞层数特征等将疏枝弯枝藻与弯枝藻相区别。但本研究所采集的标本在植物体大小、中轴细胞横壁特征、分枝基部和顶端特征、皮层细胞形态特征等方面与疏枝弯枝藻相似；而中轴细胞形态、分枝方式及伸出方式、上部小分枝数量等特征与弯枝藻相似。弯枝藻在国内外分布较广，我国的山西(太原、清徐、平定)、江西、广西(阳朔)、福建和湖北(随州)等地均有分布，而疏枝弯枝藻仅见于广西的百色地区^[3]。本研究样品的采集地定南水河为流经江西定南县而进入广东境内的河流，表明定南水河样品与弯枝藻的亲缘关系可能较为接近。但其皮层细胞为 1 层、分枝稀疏的特征与疏枝弯枝藻更接近。因

此,我们推测定南水河标本可能为弯枝藻和疏枝弯枝藻在演化过程中的一个过渡类型,但尚需从分子生物学层面开展进一步的研究证明。

参考文献:

- [1] Kumano S. Freshwater Red Algae of the World [M]. England: Biopress Ltd., 2002.
- [2] 谢树莲,冯佳. 中国淡水红藻研究进展[J]. 山西大学学报:自然科学版, 2012, 35(2): 355-362.
- [3] 施之新,谢树莲,华栋. 中国淡水藻志:第 13 卷:红藻门、褐藻门[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [4] Skuja H. Comments on fresh-water Rhodophyceae [J]. *Bot Rev*, 1938, 4(12): 665-676.
- [5] Nichols H W. Culture and developmental morphology of *Compsopogon coeruleus*[J]. *AM J Bot*, 1964, 51(2): 180-188.
- [6] Vis M, Sheath R, Cole K. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America [J]. *Phycologia*, 1992, 31 (6): 564-575.
- [7] Chapman V J, Cameron H. *Compsopogon* in New Zealand [J]. *New Zeal J Bot*, 1967, 5: 548-552.
- [8] Krishnamurthy V. The morphology and taxonomy of the genus *Compsopogon* Montagne[J]. *J Linn Soc Lond, Bot*, 1962, 58(372): 207-222.
- [9] Seto R, Kumano S. Reappraisal of some taxa of the genera *Compsopogon* and *Compsopogonopsis* (Compsopogonaceae, Rhodophyta) [J]. *Japan J Phycol*, 1993, 41: 333-340.
- [10] West J A, Zuccarello G C, Scott J L, Weat K A, de Goer S L. *Pulvinus veneticus* gen. et sp. nov. (Compsopogonales, Rhodophyta) from Vanuatu [J]. *Phycologia*, 2007, 46(3): 237-246.
- [11] Kitayama T. First record of *Compsopogon caeruleus* (Balbis ex C. Agardh) Montagne (Compsopogonophyceae, Rhodophyta) from Ogasawara Islands [J], *Japan Bul Natl Mu Na Sci Ser B*, 2011, 37(4): 169-174.
- [12] Sheath R G, Sherwood A R. Phylum rhodophyta (Red Algae) [M]// John D M, Whitton B A, Brook A J, eds. The Freshwater Algae Flora of British Isles. Cambridge: Combridge University Press, 2003.
- [13] Necchi Jr O, Silva G A, Salomaki E D, West J A, Aboal M, Vis M L. Global sampling reveals low genetic diversity within *Compsopogon* (Compsopogonales, Rhodophyta) [J]. *Eur J Phycol*, 2013, 48(2): 152-162.
- [14] 水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 4 版. 北京:中国环境科学出版社, 2002.
- [15] 谢树莲,凌元洁. 中国山西、广西美芒藻属两新种 [J]. 植物分类学报, 1998, 36(1): 81-83.
- [16] [DB/OL]. http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=33142&sk=0, 2013-04-18.

(责任编辑:张平)