

宋晨薇, 唐琼, 赵志鹏, 向余劲攻, 刘文亮. 海三棱藨草及其近缘种果实形状和果皮微形态特征研究[J]. 植物科学学报, 2019, 37(3): 290~294
 Song CW, Tang Q, Zhao ZP, Xiangyu JG, Liu WL. Nutlet shape and pericarp micromorphology of *xBolboschoenoplectus mariqueter* and related species[J]. Plant Science Journal, 2019, 37(3): 290~294

海三棱藨草及其近缘种果实形状和果皮微形态特征研究

宋晨薇¹, 唐琼¹, 赵志鹏¹, 向余劲攻^{1,2}, 刘文亮^{1,2*}

(1. 华东师范大学生态与环境科学学院, 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室,
 长江口湿地生态系统野外监测研究站, 上海 200241; 2. 崇明生态研究院, 上海 200062)

摘要: 利用光学显微镜和扫描电镜对海三棱藨草(*xBolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F. T. Wang))及其5个近缘种的果实形状、果皮微形态特征进行观察和分析。结果显示, 海三棱藨草果实形状为双凸状, 表面为波形网状纹饰, 外果皮为中果皮厚度的2倍, 与扁秆荆三棱(*Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova)明显不同, 而与海滨三棱草(*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla)相似。研究结果支持将海三棱藨草归入三棱草属, 不支持将海三棱藨草作为扁秆荆三棱的异名, 推测其可能为海滨三棱草水滨亚种(*Bolboschoenus maritimus* subsp. *paludosus* (A. Nelson) T. Koyama)的异名。

关键词: 海三棱藨草; 果实形状; 果皮微形态; 分类学

中图分类号: Q944.59; Q949.71+4.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2019)03-290-05

DOI: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.30290

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Nutlet shape and pericarp micromorphology of *xBolboschoenoplectus mariqueter* and related species

Song Chen-Wei¹, Tang Qiong¹, Zhao Zhi-Peng¹, Xiangyu Jing-Gong^{1,2}, Liu Wen-Liang^{1,2*}

(1. Yangtze River Delta Estuary Wetland Station, Shanghai Key Lab for Urban Ecological Processes and Eco-Restoration, School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China;
 2. Institute of Eco-Chongming, Shanghai 200062, China)

Abstract: Nutlet shape, pericarp micromorphology, and anatomical characters of *xBolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F. T. Wang) and related species were observed and studied under light and scanning electron microscope. The nutlets of *xBolboschoenoplectus mariqueter* were biconvex, with waveform reticulate sculpture and exocarp twice as thick as mesocarp. The species differs markedly from *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova by these characters but is similar to *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Results showed that *xBolboschoenoplectus mariqueter* should be assigned to *Bolboschoenus*. Furthermore, it is not synonymous with *Bolboschoenus planiculmis*, but could be a synonym of *Bolboschoenus maritimus* subsp. *paludosus* (A. Nelson) T. Koyama.

Key words: *xBolboschoenoplectus mariqueter*; Nutlet shape; Pericarp micromorphology; Taxonomy

收稿日期: 2018-12-03, 退修日期: 2019-01-06。

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0506003)。

This work was supported by a grant from the National Key R & D Program of China (2017YFC0506003).

作者简介: 宋晨薇(1993-), 女, 硕士研究生, 研究方向为生物多样性及系统演化(E-mail: amablesong@hotmail.com)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: wliu@sklec.ecnu.edu.cn)。

海三棱藨草 (\times *Bolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F. T. Wang)) 属莎草科 (Cyperaceae)，主要分布于长江河口及杭州湾滩涂，是沿海滩涂的先锋物种，也是滩涂植物群落的重要组分，具有重要的生态学价值。学者们针对海三棱藨草的生物学特性、生态学以及遗传结构等方面开展了一些研究^[1-3]。然而该物种在分类学上存在较大争议。海三棱藨草由唐进和汪发瓒^[4]于 1961 年记录，因其茎秆呈三棱形、花序假侧生，似藨草 (*Scirpus triquetus* L.)，而其穗大和小坚果表面呈网状似扁秆藨草 (*Scirpus planiculmis* Fr. Schmidt)，故认为是两者的天然杂交种，定名为 *Scirpus × mariqueter* Tang et F. T. Wang，模式产地为北京。随着藨草属系统学研究的开展，广义藨草属被划分为若干属，海三棱藨草的亲本藨草和扁秆藨草被分别划分到水葱属 (*Schoenoplectus*) 和三棱草属 (*Bolboschoenus*)，两者的中文名和学名也相应变更为三棱水葱 *Schoenoplectus triquetus* (L.) Palla 和扁秆荆三棱 *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova，故海三棱藨草被认为是属间杂交种，学名更为 \times *Bolboschoenoplectus mariqueter* (Tang & F. T. Wang)^[5]。Koyama^[6]将 *Scirpus × mariqueter* 作为 *B. planiculmis* 的异名，认为海三棱藨草只是扁秆荆三棱的单穗类型。Yang 等^[3]使用分子标记技术对海三棱藨草及其亲本的遗传结构进行了分析，认为海三棱藨草的遗传结构更接近于扁秆荆三棱，但未明确

界定两个物种。因此关于海三棱藨草的分类地位至今尚无定论。

莎草科果实的形状尤其是果皮微形态较为复杂、多样，具有种水平上的可见变异，性状稳定，其果实性状对于探讨该科种间的系统位置与亲缘关系具有重要价值^[7-10]。有研究进一步提出，该科植物果实外果皮的构造与中果皮的厚度比例是可用于种间鉴定的重要特征^[11, 12]。

本研究利用体视显微镜和扫描电镜观察的方法，对海三棱藨草及其 5 个近缘种的果实进行形态和表皮微结构特征的观察比较，阐明海三棱藨草的形态特征，以期为海三棱藨草的分类学研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 植物材料

选取海三棱藨草及莎草科的 5 个近缘种为研究对象，包括：三棱草属 3 种、水葱属 2 种(表 1)。物种的学名参考 *Flora of China*^[5]。标本存放于华东师范大学长江口湿地生态系统野外监测研究站标本馆。

1.2 方法

选取成熟饱满的果实置于 Zeiss Discovery V8 体视显微镜下观察，拍摄果实外形照片，并对其大小进行测量(测量 20 粒果实，取平均值)；再将其置于 Phenom Pure⁺ 台式扫描电镜(荷兰)下观察、记录并拍照。

表 1 标本信息
Table 1 Information on specimens

物种名称 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher	采集人 Collector	采集日期 Collecting date
海三棱藨草 \times <i>Bolboschoenoplectus mariqueter</i> (Tang & F. T. Wang)	上海崇明东滩	Xu20161017-1	徐晓	2016-10-17
海滨三棱草 <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	新疆阿勒泰市乌伦古湖	Scw20180918-1	宋晨薇	2018-09-18
扁秆荆三棱 <i>Bolboschoenus planiculmis</i> (F. Schmidt) T. V. Egorova	上海松江辰山植物园	DII20180624-1	邓玲丽	2018-06-24
荆三棱 <i>Bolboschoenus yagara</i> (Ohwi) Y. C. Yang & M. Zhan	新疆青河县塔克什肯镇	Scw20180914-1	宋晨薇	2018-09-14
三棱水葱 <i>Schoenoplectus triquetus</i> (L.) Palla	上海崇明西沙湿地	Scw20181109-1	宋晨薇	2018-11-09
水葱 <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C. C. Gmelin) Palla	上海崇明堡湖路	Scw20181109-1	宋晨薇	2018-11-09

2 结果

海三棱藨草及其5个近缘种果实形状和果皮微形态特征如下:

(1) 海三棱藨草 *Bolboschoenoplectus mariquerter* (Tang & F. T. Wang), 小坚果宽卵形、双凸、一面稍平, 大小为(3.6~4.6 mm)×(2.6~3.4 mm)。表面波形网状纹饰; 网眼为不规则椭圆形或近圆形; 网沟较浅。外果皮为中果皮厚度的2倍(图版I:1)。

(2) 海滨三棱草 *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, 小坚果宽卵形、双凸、一面稍平, 大小为(2.2~2.5 mm)×(1.7~2.1 mm)。表面波形网状纹饰; 网眼为不规则椭圆形或近圆形; 网沟较浅。外果皮为中果皮厚度的2倍(图版I:2)。

(3) 扁秆荆三棱 *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova, 小坚果宽卵形、扁、双凹, 大小为(2.7~3.3 mm)×(2.3~2.8 mm)。表面波形网状纹饰; 网眼为不规则椭圆形或近圆

形; 网沟较浅; 棱面周缘向外凸起呈环脊。外果皮与中果皮近等厚(图版I:3)。

(4) 荆三棱 *Bolboschoenus yagara* (Ohwi) Y. C. Yang & M. Zhan, 小坚果三棱状倒卵形, 大小为(2.4~3.0 mm)×(1.9~2.4 mm)。表面波形网状纹饰; 周缘平, 中部深凹呈盂状; 网脊细, 不规则波状弯曲。外果皮极薄, 由几乎相同大小的细胞构成(图版I:4)。

(5) 三棱水葱 *Schoenoplectus triquetus* (L.) Palla, 小坚果倒卵形、平凸, 大小为(2.6~3.0 mm)×(1.6~2.1 mm)。表面平滑型纹饰。外果皮极薄, 由几乎相同大小的细胞构成(图版I:5)。

(6) 水葱 *Schoenoplectus tabernaemontani* (C. C. Gmelin) Palla, 小坚果倒卵形、双凸, 大小为(1.9~2.3 mm)×(1.3~1.6 mm)。表面平滑型纹饰。外果皮极薄, 由几乎相同大小的细胞构成(图版I:6)。

依据果实形状和果皮微形态特征编制检索表如下:

海三棱藨草及其近缘种检索表

1. 小坚果表面纹饰网状	2
小坚果表面纹饰平滑型	4
2. 小坚果三棱状	荆三棱 <i>Bolboschoenus yagara</i>
小坚果非三棱状	3
3. 小坚果双凸状, 外果皮为中果皮厚度的2倍	
..... 海三棱藨草 <i>x Bolboschoenoplectus mariquerter</i> , 海滨三棱草 <i>Bolboschoenus maritimus</i>	
小坚果双凹状, 外果皮与中果皮近等厚	扁秆荆三棱 <i>Bolboschoenus planiculmis</i>
4. 小坚果平凸状	三棱水葱 <i>Schoenoplectus triquetus</i>
小坚果双凸状	水葱 <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>

3 讨论

3.1 海三棱藨草的分类地位

海三棱藨草虽然以杂交种被发表, 但其“具球茎; 苞片2枚、叶状、直立或散生”的特征与水葱属植物区别明显^[5], 应将其归入三棱草属。本研究发现, 该物种小坚果表面具网状纹饰, 与三棱草属的3个物种(荆三棱、海滨三棱草和扁秆荆三棱)相似, 但有别于水葱属2个物种(三棱水葱和水葱)的平滑型纹饰, 也为该物种的分类鉴定提供了进一步的依据。此外, 海三棱藨草还具有另一个

与三棱水葱近似的重要特征, 即“单穗假侧生”, 这一特征在三棱草属植物中普遍存在, 也为海三棱藨草归入三棱草属提供了证据, 单穗现象推测是由于养分积累不足和首次结穗造成的^[6, 11]。

3.2 海三棱藨草与其近缘种的关系

海三棱藨草被认为是扁秆荆三棱的异名^[6], 杂交实验结果和分子标记分析都证实海三棱藨草与扁秆荆三棱具有较近的亲缘关系^[3, 13]。但本研究发现, 海三棱藨草的小坚果呈双凸状, 外果皮厚度为中果皮的2倍, 可明显与扁秆荆三棱区分, 因此不支持将该种作为扁秆荆三棱异名的观点。

海三棱藨草小坚果的形状和表皮微形态特征均与海滨三棱草相似, 整体特征也较为相似, 但前者具2柱头, 后者具有3柱头^[4, 5], 区别明显。*Flora of North America* 中将海滨三棱草分为2个亚种, 其中原亚种 *Bolboschoenus maritimus* subsp. *maritimus* 为3柱头, 主要分布于欧洲、非洲南部和北美洲; 水滨亚种 *Bolboschoenus maritimus* subsp. *paludosus* (A. Nelson) T. Koyama 为2柱头, 主要分布于亚洲和非洲^[14]。据此推断, 海三棱藨草可能是海滨三棱草水滨的亚种, 即海三棱藨草是海滨三棱草水滨亚种的异名, 但这一推论需要更多形态学和分子系统学研究的进一步支持。

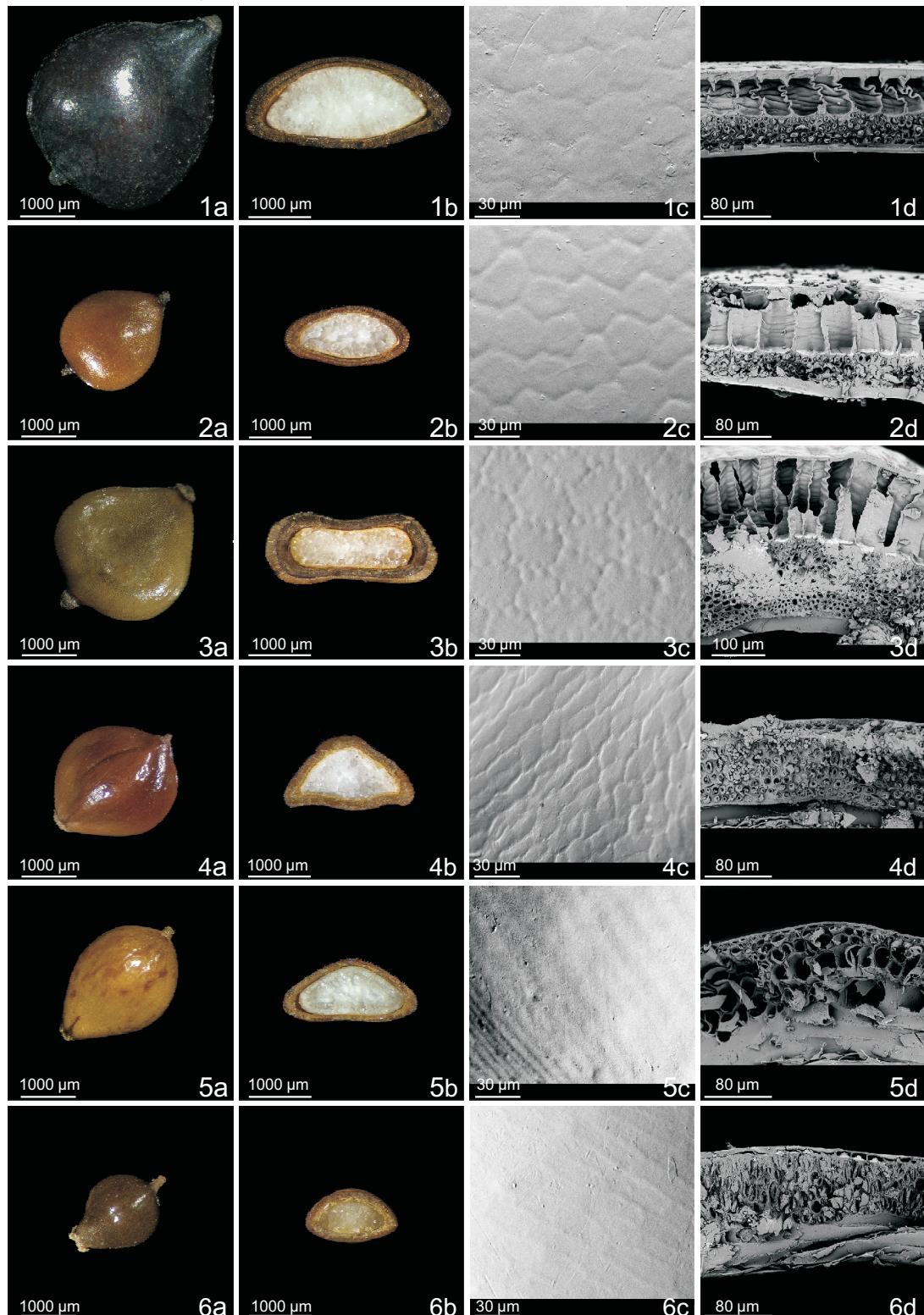
致谢: 感谢复旦大学徐晓博士、苏州市原生影像制作有限公司吴元奇、中国科学院上海辰山植物科学研究中心邓玲丽、中山大学朱诗晨在标本采集和电镜样品制备过程中给予的大力帮助与支持。

参考文献:

- [1] 欧善华, 方永鑫, 周根余. 海三棱藨草种子萌发条件的初步研究 [J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 1992, 21(S): 23–26.
- Ou SH, Fang YX, Zhou GY. Preliminary studies on the seed germination factors of the sea-bulrush (*Scirpus × mariqueter*) [J]. *Journal of Shanghai Normal University* (Natural Science Edition), 1992, 21(S): 23–26.
- [2] 杨斌生, 欧善华, 宋国元. 上海市海岸带滩涂海三棱藨草群落的形成与演替 [J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 1992, 21(S): 59–64.
- Yang BS, Ou SH, Song GY. Formation and succession of *Scirpus mariqueter* community on coastal beaches in Shanghai [J]. *Journal of Shanghai Normal University* (Natural Science Edition), 1992, 21(S): 59–64.
- [3] Yang M, Zhou YB, Zhu QQ, Lu F, Wang YG, et al. AFLP markers in the detection of *Scirpus × mariqueter* (Cyperaceae) hybrid in China [J]. *Aquat Bot*, 2009, 91 (4): 298–302.
- [4] 唐进, 汪发璇. 中国植物志: 第11卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1961: 72–108.
- [5] Dai LK, Liang SY, Zhang SR, Tang YC, Koyama T, et al. Cyperaceae [M]//Wu ZY, Raven PH, eds. *Flora of China*: Vol. 23. Beijing: Science Press, 2010: 38–44.
- [6] Koyama T. The genus *Bolboschoenus Palla* in Japan [J]. *Acta Phytotaxon Geobot*, 1980, 31(4–6): 139–148.
- [7] 刘剑秋, 黄进华. 莎草属果皮微形态特征及其分类学上的意义 [J]. 西北植物学报, 1993, 13(4): 283–288.
- Liu JQ, Huang JH. A study on the microstructural features of nutlet surfaces and its taxonomic significance to *Cyperus* (Cyperaceae) [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 1993, 13(4): 283–288.
- [8] 刘剑秋. 中国飘拂草属植物果皮微形态特征及其系统学评价 [J]. 西北植物学报, 2001, 21(2): 351–359.
- Liu JQ. Micromorphological characters of achene epidermis of Chinese *Fimbristylis* (Cyperaceae) and their systematic evaluation [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2001, 21(2): 351–359.
- [9] 张铭, 刘丽娜, 李法曾. 山东藨草属(广义)植物果皮微形态特征及其分类学意义 [J]. 植物科学学报, 2012, 30(4): 352–357.
- Zhang M, Liu LN, Li FZ. Micro-morphological characteristics of nut epidermis of *Scirpus* (Generalized) from Shandong [J]. *Plant Science Journal*, 2012, 30(4): 352–357.
- [10] 刘瞳, 陈玉峰, 王康满, 侯元同. 山东莎草属植物果实形状及果皮微形态研究 [J]. 植物科学学报, 2014, 32(3): 205–210.
- Liu T, Chen YF, Wang KM, Hou YT. Fruit shape and pericarp micro-morphology of the *Cyperus* (Cyperaceae) in Shandong [J]. *Plant Science Journal*, 2014, 32(3): 205–210.
- [11] Hroudová Z, Zákravský P, Wójcicki J, Marhold K, Jarolímová V. The genus *Bolboschoenus* (Cyperaceae) in Poland [J]. *Pol Bot J*, 2005, 50(2): 117–137.
- [12] Hroudová Z, Zákravský P, Ducháćek M, Marhold K. Taxonomy, distribution and ecology of *Bolboschoenus* in Europe [J]. *Ann Bot Fenn*, 2007, 44(2): 81–102.
- [13] Yang M, Lü XN, Fan W, Lu F, Song ZP, et al. Interspecific hybridization between *Scirpus mariqueter* Ts. Tang 82 FT Wang and *S. planiculmis* F. Schmidt and their selfing [J]. *Aquat Bot*, 2013, 110: 92–96.
- [14] Ball PW, Reznicek AA, Murray DF. Cyperaceae [M]//The Editorial Committee of the Flora of North America, ed. *Flora of North America*: Vol. 23. New York: Oxford University Press, 2002: 640.

宋晨薇等: 图版 I

Song Chen-Wei et al.: Plate I



光学显微镜及扫描电镜下海三棱藨草及其5个近缘种小坚果的形态特征。a. 小坚果形态; b. 小坚果横切; c. 果皮局部; d. 果皮横切。1. 海三棱藨草; 2. 海滨三棱草; 3. 扁秆荆三棱; 4. 荆三棱; 5. 三棱水葱; 6. 水葱。

Characteristics of nutlets for six species under LM and SEM. a: Nutlet shape; b: Latitudinal section of nutlet; c: Pericarp micromorphology; d: Latitudinal section of pericarp. 1: *xBolboschoenoplectus mariqueter*; 2: *Bolboschoenus maritimus*; 3: *Bolboschoenus planiculmis*; 4: *Bolboschoenus yagara*; 5: *Schoenoplectus triquester*; 6: *Schoenoplectus tabernaemontani*.

(责任编辑:周媛)