

菅属植物的地理分布

张煜^{1,2}, 刘青^{1*}

(1. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 菅属(*Themeda* Forssk.)是禾本科高粱族(Poaceae: Andropogoneae)中佛焰苞物种的代表类群之一, 在高粱族占据关键的系统演化位置, 具有高度的形态和生态多样性。通过野外调查和查阅标本及文献, 菅属约有 27 种植物, 旧世界均有分布, 新世界 3 种隶属于菅组。中国有 13 种, 分布在西南至华南各省(区), 云南干热河谷地区有 10 种。研究表明中国云南及印度北部是菅属的分布中心和多样性中心, 中国云南及印度北部是否为菅属的起源地尚需确证。

关键词: 菅属; 地理分布; 高粱族; 禾本科

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2012.03.001

Geographical Distribution of *Themeda* Forssk. (Poaceae)

ZHANG Yu^{1,2}, LIU Qing^{1*}

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: *Themeda* Forssk. (Poaceae) is one of the key groups for systematic study of the tribe Andropogoneae exhibiting considerable morphological and ecological diversity, the genus is one of representative groups of spathaceous species in the tribe. The geographical distribution of *Themeda* was investigated by means of reviewing herbarium specimens and literature and field investigations. About a total of 27 drought-tolerance species were distributed in dry and hot areas of tropics and warm subtropics of the Old World, and three species (sect. *Themeda*) had extended to the New World. In China, thirteen species were distributed in southwestern and southern provinces, and 10 species occurred in dry-hot valleys of Yunnan. The results suggested that Northern India and Yunnan of China were the present distribution centers and diversification centers, while the origin center of *Themeda* needed to be further studied.

Key words: *Themeda*; Geographical distribution; Andropogoneae; Poaceae

禾本科植物佛焰苞的定义是指包围花序或者花序分支的叶状结构, 与具包被总状花序的产生有紧密关系, 佛焰苞有助于禾本科植物适应极端干热环境, 对提高颖果借助风力或者动物的传播效率有重要意义^[1]。菅属(*Themeda* Forssk.)是禾本科佛焰苞物种的代表类群之一, 作为旧世界热带至暖亚热带干热河谷植物群落的特征种, 也

是高粱族系统学研究的关键类群之一。菅属植物的地理学研究资料甚少, 本文通过整理菅属地理分布规律, 为阐明菅属系统学及佛焰苞类禾草的演化规律积累资料。

1 菅属的分类学概况

菅属(*Themeda* Forssk.)由欧洲学者 Pehr

收稿日期: 2011-08-26 接受日期: 2011-11-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(30700043); 教育部留学回国人员科研启动基金项目(2011-1139); 中国科学院生命科学领域基础前沿研究专项基金(KSCX2-EW-J-28)资助

作者简介: 张煜, 女, 硕士研究生, 研究方向为禾本科重要类群的系统与演化。E-mail: zhangyu@scbg.ac.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuqing@scib.ac.cn

Forsskål 建立,隶属于禾本科黍亚科高粱族 (Poaceae, Panicoideae, Andropogoneae)^[2], 约有 27 种^[3], 是旧世界热带至暖亚热带干热河谷生长的植物群落的特征种, 有 3 种分布到新世界^[3-5]。菅属是 高粱族由水热充沛的热带、亚热带林缘向干热河谷、稀树草原扩散过程中形成的特化类群^[6-8], 其假圆锥花序有 1 枚或数枚总状花序托以呈舟形的佛焰苞 (spatheole), 佛焰苞类物种 (Spathe species) 代表禾本科类群演化过程中高度特化的一支^[9]。传统分类学者^[2,5,9] 根据假圆锥花序的形态特征, 认为菅属与高粱族核心类群苞茅属 (*Hyparrhenia* Anderss. ex Fourn.)、假铁秆草属 [*Pseudanthistiria* (Hack.) Hook. f.] 等近缘。Skendzic 等^[10] 根据核糖体 DNA ITS 和叶绿体 *trnL-F* 序列, 认为菅属与金须茅属 (*Chrysopogon* Trin.)、香根草属 (*Vetiveria* Bory)、黄茅属 (*Heteropogon* Pers.)、*Iseilema* Hack. ex Duthie 等形成单系进化支, 构成高粱族和玉蜀黍族 Maydeae 之间的“演化桥梁”。菅属与近缘属的错综复杂的系统发育关系, 暗示高粱族仍处于剧烈的演化过程, 因此, 菅属是 高粱族系统学研究的关键类群之一。

经典的形态学观点根据总状花序基部有 2 对总苞状小穗是否位于同一个平面, 将菅属分为两个组: 原菅组 (*Themeda* sect. *Primothemeda* S. L. Chen & T. D. Zhuang) 总苞状小穗着生在不同水平面, 包括瘤菅 (*T. anathera*)、苇菅 (*T. arundinacea*)、*T. avenacea*、苞子草 (*T. caudata*)、*T. cymbaria*、*T. gigantea*、西南菅草 (*T. hookeri*)、*T. huttonensis*、*T. idjenensis*、居中菅 (*T. intermedia*)、*T. mooneyi*、*T. novoguineensis*、*T. pseudotremula*、*T. saxicola*、*T. tremula*、毛菅 (*T. trichiata*)、浙皖菅 (*T. unica*)、菅 (*T. villosa*)、云南菅 (*T. yunnanensis*); 菅组 (*Themeda* sect. *Themeda*) 总苞状小穗着生在相同水平面, 包括 *T. arguens*、无茎菅 (*T. helferi*)、*T. laxa*、小菅草 (*T. minor*)、中华菅 (*T. quadrivalvis*)、*T. sabarimalayana*、*T. strigosa*、黄背草 (*T. triandra*)^[11-12]。目前菅属的细胞学研究资料包括染色体基数为 10, 存在二倍体到六倍体、八倍体到十倍体、非整倍体等变异系列; 生殖

生物学研究报道菅属个别种类有无融合生殖现象^[13]; 菅属最早可靠的化石资料是非洲肯尼亚第四纪更新世 (Pleistocene) 的叶表皮化石资料等^[11]。综合现有资料, 菅属的演化趋势如下: (1) 多年生→一年生; (2) 高大草本、强壮→中小草本、纤细; (3) 多枚总状花序→2 枚或 1 枚总状花序; (4) 假圆锥花序密集→疏松; (5) 总苞状小穗着生在不同水平面→相同水平面; (6) 两性小穗具完全发育的芒→短芒或几无芒; (7) 没有无融合生殖→具无融合生殖; (8) 颖果长度由大→小; (9) 整倍体→非整倍体; (10) 多倍体→二倍体^[2,9-10,14]。

2 菅属地理分布

我们通过查阅菅属研究文献^[15-18] 及国内外主要标本馆 (HIB、IBK、JSBI、K、KUN、PE、QTPMB、IBSC、US) 馆藏的 970 份标本, 并在最近 2 年野外考察的基础上, 系统整理了该属植物地理分布特征。在陈守良和 Phillips (2006) 分类系统^[17] 的基础上, 总结菅属 27 种植物的地理分布规律。

菅属主要分布在旧世界热带至暖亚热带干热地区, 其中亚洲热带和亚热带 26 种, 中国 13 种, 印度 13 种, 大洋洲 7 种, 非洲 3 种, 美洲 3 种 (表 1, 图 1~7)。原菅组多分布在中国、印度和亚洲热带, 有些种类扩散到澳大利亚和非洲。菅组多分布在亚洲热带、亚热带, 个别种分布到大洋洲、非洲、美洲。

3 菅属植物的分布区类型

遵循塔赫他间和王荷生的世界植物区系划分^[19-20], 古热带域有 26 种菅属植物, 占菅属总数的 96.2%, 其中原菅组 20 种, 菅组 6 种; 泛北极域有 4 种菅属植物, 占 14.8%, 其中原菅组 1 种, 菅组 3 种; 澳大利亚域有 5 种菅属植物, 占 18.5%, 其中原菅组 2 种, 菅组 3 种; 新热带域有 3 种菅属植物, 占 11.1%, 全部隶属于菅组。古热带域的印度支那区 (13 种) 和印度区 (13 种) 的种类相对较多, 占 96.2%, 其它地区包括东亚、非洲、美洲等的种类相对较少, 仅占 3.7%~14.8% (表 2)。

表1 菅属地理分布(分类系统遵循 The Plant List^[3] 和陈守良和 Phillips^[17])

Table 1 Geographical distribution of *Themeda* (Following classification of The Plant List^[3] and Chen and Phillips^[17])

分类群 Taxon	1										
	中国	西亚	东亚	2	3	4	5	6	7	8	9
	China	West Asia	East Asia								
原菅组 sect. <i>Primothemeda</i>											
1. 瘤菅 <i>Themeda anathera</i> (Nees ex Steud.) Hack.	+	+		+							
2. 苇菅 <i>T. arundinacea</i> (Roxb.) A. Camus	+				+						
3. <i>T. avenacea</i> (F. Muell.) Maiden & Betcher							+				
4. 苞子草 <i>T. caudata</i> (Nees) A. Camus	+		+		+						
5. <i>T. cymbaria</i> Hack.					+						
6. <i>T. gigantea</i> (Cav.) Hack. (<i>s. str.</i>)						+				+	
7. 西南菅草 <i>T. hookeri</i> (Griseb.) A. Camus	+				+						
8. <i>T. huttonensis</i> Bor					+						
9. <i>T. idjenensis</i> Jansen						+					
10. 居中菅 <i>T. intermedia</i> (Hack.) Bor	+					+	+				
11. <i>T. mooneyi</i> Bor					+						
12. <i>T. novoguineensis</i> (Reeder) Jansen						+					
13. <i>T. pseudotremula</i> Potdar & Salunkhe & S. R. Yadav					+						
14. <i>T. saxicola</i> Bor					+						
15. <i>T. tremula</i> (Nees ex Steud.) Hack.					+						
16. 毛菅 <i>T. trichiata</i> S. L. Chen & T. D. Zhuang	+										
17. 浙皖菅 <i>T. unica</i> S. L. Chen & T. D. Zhuang	+										
18. 菅 <i>T. villosa</i> (Poir.) A. Camus	+				+	+		+	+		
19. 云南菅 <i>T. yunnanensis</i> S. L. Chen & T. D. Zhuang	+										
菅组 sect. <i>Themeda</i>											
20. <i>T. arguens</i> (L.) Hack.						+	+		+		+
21. 无茎菅 <i>T. helferi</i> Munro ex Hack.	+					+					
22. <i>T. laxa</i> (Andersson) A. Camus					+						
23. 小菅草 <i>T. minor</i> L. Liou	+										
24. 中华菅 <i>T. quadrivalvis</i> (L.) Kuntze	+	+				+	+	+	+	+	+
25. <i>T. sabarimalayana</i> Sreek. & V. J. Nair					+						
26. <i>T. strigosa</i> A. Camus					+						
27. 黄背草 <i>T. triandra</i> Forssk.	+	+	+		+	+	+		+	+	+
原菅组 sect. <i>Primothemeda</i>											
菅组 sect. <i>Themeda</i>	4	2	1		4	4	3	1	3	2	3
合计 Total	13	3	2		13	11	5	3	5	2	3

+: 分布; 1. 亚洲亚热带(个别种分布到亚洲温带); 2. 亚洲亚热带(印度); 3. 亚洲热带(印度支那、马来西亚、巴布亚); 4. 澳大利亚; 5. 非洲; 6. 太平洋群岛; 7. 印度洋群岛; 8. 北美洲; 9. 南美洲。

+: Present; 1. Subtropical Asia (few to Temperate Asia); 2. Subtropical Asia (India); 3. Tropical Asia (Indochina, Malaysia, Papua); 4. Australia; 5. Africa; 6. Pacific Islands; 7. Indian Ocean Islands; 8. North America; 9. South America.

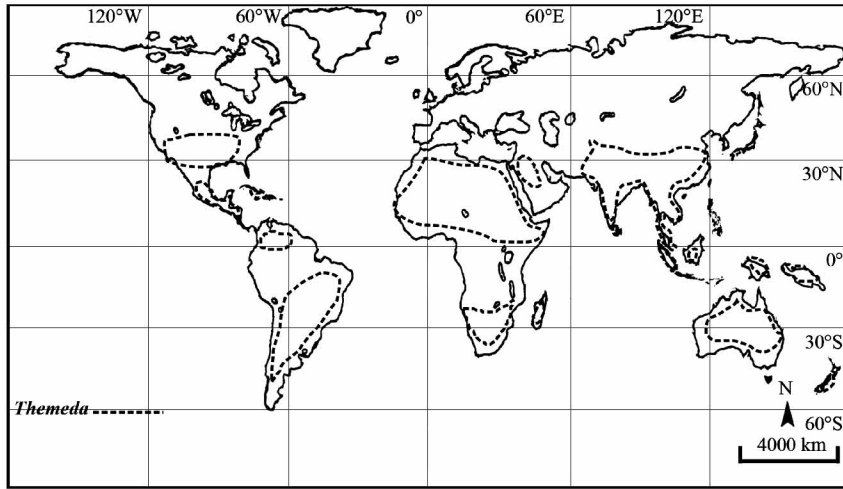


图 1 菅属植物地理分布

Fig. 1 Geographical distribution of *Themeda*

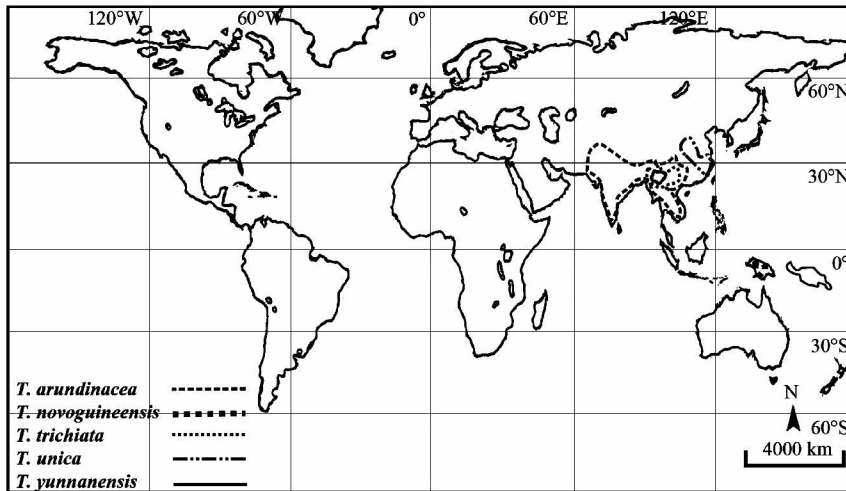


图 2 菅属苇菅、*Themeda novoguineensis*、毛菅、浙皖菅和云南菅的地理分布

Fig. 2 Geographical distribution of *Themeda arundinacea*, *T. novoguineensis*, *T. trichiata*, *T. unica*, and *T. yunnanensis*

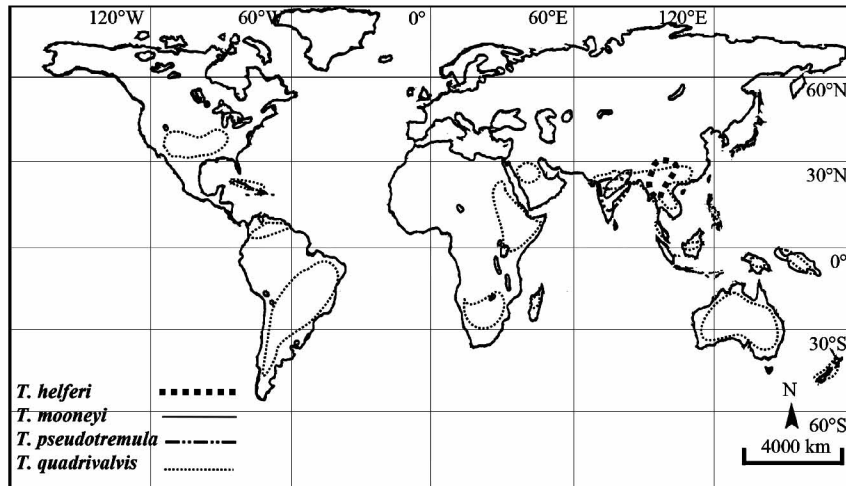


图 3 菅属 *Themeda helferi*, *T. mooneyi*, *T. pseudotremula* 和 *T. quadrivalvis* 地理分布

Fig. 3 Geographical distribution of *Themeda helferi*, *T. mooneyi*, *T. pseudotremula* and *T. quadrivalvis*

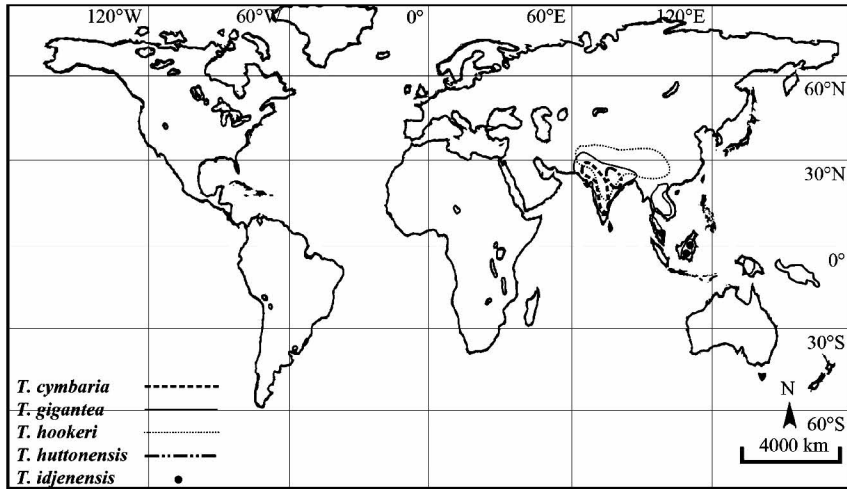


图 4 菅属 *Themeda cybaria*, *T. gigantea*, *T. hookeri*, *T. huttonensis* 和 *T. idjenensis* 地理分布

Fig. 4 Geographical distribution of *Themeda cybaria*, *T. gigantea*, *T. hookeri*, *T. huttonensis* and *T. idjenensis*

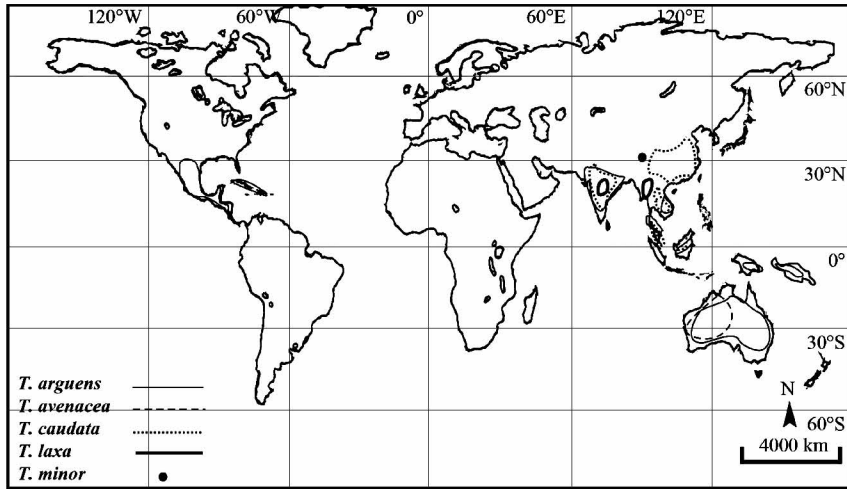


图 5 菅属 *Themeda arguens*, *T. avenacea*, *T. caudata*, *T. laxa* 和 *T. minor* 地理分布

Fig. 5 Geographical distribution of *Themeda arguens*, *T. avenacea*, *T. caudata*, *T. laxa* and *T. minor*

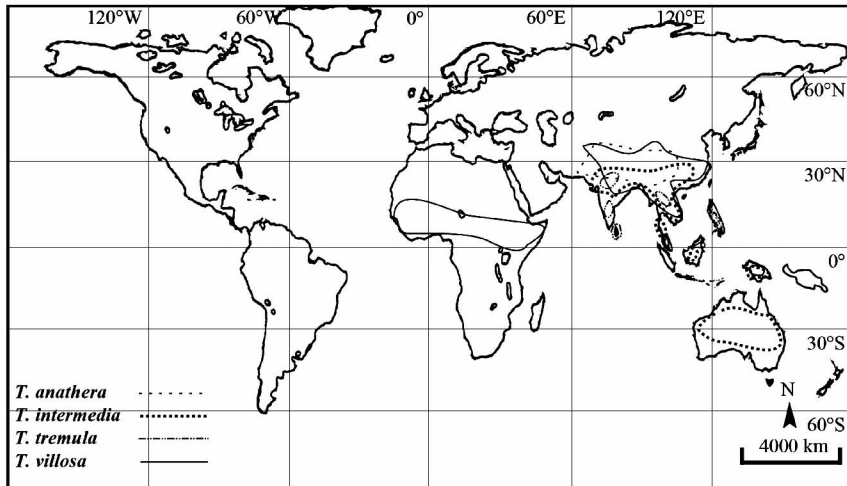


图 6 菅属 *Themeda anathera*, *T. intermedia*, *T. tremula* 和 *T. villosa* 地理分布

Fig. 6 Geographical distribution of *Themeda anathera*, *T. intermedia*, *T. tremula* and *T. villosa*

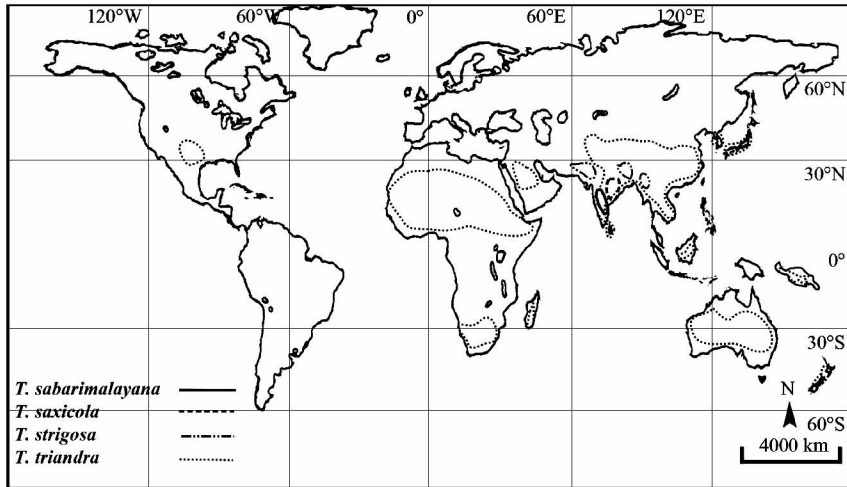


图 7 菅属 *Themeda sabarimalayana*, *T. saxicola*, *T. strigosa* 和 *T. triandra* 地理分布

Fig. 7 Geographical distribution of *Themeda sabarimalayana*, *T. saxicola*, *T. strigosa* and *T. triandra*

表 2 菅属在世界植物区系中的分布

Table 2 Distribution of *Themeda* in floristic regions of the World

分布区域 Floristic region		原菅组种数 Number of sect. <i>Primothemedae</i>	菅组种数 Number of sect. <i>Themeda</i>	总数 Total	%
泛北极域 Holarctis	东亚区 Eastern Asiatic region	1	2	3	11.1
	太平洋-北美区 Pacific-North American region	0	2	2	7.4
古热带域 Paleotropis	苏丹-赞比亚西区 Sudano-Zambezi region	1	1	2	7.4
	几内亚-刚果区 Guineo-Congolian region	1	0	1	3.7
	印度区 Indian region	9	4	13	48.1
	印度支那区 Indochinese region	9	4	13	48.1
	马来西亚区 Malesian region	4	0	4	14.8
澳大利亚域 Australis	波利尼西亚区 Polynesian region	0	1	1	3.7
	澳大利亚区 Australian region	2	3	5	18.5
	新西兰地区 Neozeylandic region	0	1	1	3.7
新热带域 Holantarctis	加勒比区 Caribbean region	0	2	2	7.4
	亚马逊区 Amazonian region	0	1	1	3.7

4 中国菅属分布

通过查阅标本和野外采集,中国菅属植物有 13 种,分布在西南至华南各省(区):包括云南、广西、西藏、广东、四川、贵州、江西、安徽、福建、浙江等。其中云南(10 种)、广西(7 种)、西藏(6 种)、广东(5 种)的种类相对较多。我们发现 4 个省级分布新记录(表 3)。

5 讨论

菅属 27 种植物分布在旧世界热带、亚热带地

区,其中 3 种还分布到新世界:亚洲有 26 种,占种数的 96.2%;中国有 13 种,占种数的 48.1%,印度有 13 种,占种数的 48.1%。原菅组有 19 种,分布在旧世界,中国和印度种类最多,各有 9 种;菅组有 8 种,中国、印度及亚洲热带、澳大利亚有 5 种,非洲 1 种,大洋洲 1 种,新世界 3 种。根据吴征镒关于中国种子植物属的分布区划^[25],菅属是一个亚洲的亚热带和热带分布的类群。吴鲁夫认为确定分布区中心有两条标准,一个是种类分布最多的地区,另外就是分布的植物种类能够反映类群演化主要阶段的地区,即多样化中心^[26]。按照传统植物区

表3 菅属在中国的地理分布

Table 3 Geographical distribution of *Themeda* in China

物种 Species	分布地区 Distribution region
原菅组 sect. <i>Primothemedae</i>	
瘤菅 <i>Themeda anathera</i>	西藏 Xizang
苇菅 <i>T. arundinacea</i>	广西 Guangxi、贵州 Guizhou、云南 Yunnan、四川 Sichuan ¹
苞子草 <i>T. caudata</i>	福建 Fujian、广东 Guangdong、广西 Guangxi、贵州 Guizhou、海南 Hainan、湖北 Hubei、江西 Jiangxi、四川 Sichuan、台湾 Taiwan、西藏 Xizang、云南 Yunnan、浙江 Zhejiang、山东 Shandong ²
西南菅草 <i>T. hookeri</i>	贵州 Guizhou、四川 Sichuan、西藏 Xizang、云南 Yunnan
居中菅 <i>T. intermedia</i>	云南 Yunnan
毛菅 <i>T. trichiata</i>	广东 Guangdong、广西 Guangxi、云南 Yunnan
浙皖菅 <i>T. unica</i>	安徽 Anhui、浙江 Zhejiang
菅 <i>T. villosa</i>	福建 Fujian、广东 Guangdong、广西 Guangxi、贵州 Guizhou、海南 Hainan、江西 Jiangxi、四川 Sichuan、西藏 Xizang、云南 Yunnan、浙江 Zhejiang、湖南 Hunan、湖北 Hubei
云南菅 <i>T. yunnanensis</i>	云南 Yunnan
菅组 sect. <i>Themeda</i>	
无茎菅 <i>T. helferi</i>	云南 Yunnan、广西 Guangxi ³
小菅草 <i>T. minor</i>	西藏 Xizang、四川 Sichuan ⁴
中华菅 <i>T. quadrivalvis</i>	广东 Guangdong、广西 Guangxi、贵州 Guizhou、海南 Hainan、云南 Yunnan
黄背草 <i>T. triandra</i>	安徽 Anhui、福建 Fujian、广东 Guangdong、广西 Guangxi、贵州 Guizhou、海南 Hainan、河北 Hebei、河南 Henan、湖南 Hunan、湖北 Hubei、江苏 Jiangsu、江西 Jiangxi、陕西 Shanxi、山东 Shandong、四川 Sichuan、台湾 Taiwan、西藏 Xizang、云南 Yunnan、浙江 Zhejiang

1~4 表示省级分布新记录^[20-23]。1. 四川:米易,朱太平 357 (PE);2. 山东:蓬莱,姜斌 002 (IBSC);3. 广西:隆林,张肇筹 10633 (IBSC);百色,南植地 4524 (IBSC);百色,百色队 1334 (IBSC);4. 四川:Anonymous 175 (PE)。

1-4 indicate new records from provincial distribution^[20-23]. 1. Sichuan: Miyi, Zhu Taiping 357 (PE); 2. Shandong: Penglai, Jiangbin 002 (IBSC); 3. Guangxi: Longlin, Zhang Zhaoqian 10633 (IBSC); Baise, Nanzhidi 4524 (IBSC); Baise, Baisedui 1334 (IBSC); 4. Sichuan: Anonymous 175 (PE).

系地理学的理论,对于某个植物类群,不仅次级类群多,而且演化关系完整的区域,方能判断为多样化中心。根据 Hartley^[27]的推测,高粱族中分布到新世界的类群相对进化,那么原菅组相对原始,总苞状小穗着生在相同水平面的菅组相对进化。分布到中国和印度的菅属种类有 22 种,占总种数 77.8%,其中原菅组 15 种,菅组 7 种。因此,中国和印度是菅属的分布中心和多样化中心^[27-28]。

菅属是高粱族中相对特化的类群,该类群起源时间的研究未见报道。有关禾本科高粱族系统演化的研究也相对较少^[29]。Hartley^[27]推测印度-马来西亚可能是高粱族的起源地。刘亮^[30]推测高粱族的原始类群最早出现于热带非洲,在亚洲的亚热带地区,如印度、中国西南部和中南半岛等地区得到分化发展。单纯根据地理分布特征,难以推测类群的起源地点,但是植物类群的现代分布,是类群系统发育过程中对地质运动和气候变迁的综合反

映^[26],在属的分布区内,原始类型集中的区域如果自该属发生以来发生过巨大的灾害性的环境变化^[30],则该属最原始种类及后裔得以保存的地方是否是该属的起源地,需要结合多方面的证据验证,如化石、地史和系统发育资料等^[20,31]。高粱族形态学演化趋势包括叶横切面维管束外鞘的发育、叶舌由膜质进化为毛质、小穗中低位小花逐渐退化、小穗相对位置趋向同一水平面等^[32-33],推断原菅组瘤菅(*Themeda anathera*)及近缘种类是菅属中相对原始的类群。瘤菅主要分布于印度北部和我国西南干热河谷地区。所以,印度北部和我国西南地区有可能是菅属的起源地,还需要多学科证据尤其是系统发育证据的检验。

干热河谷生态类型的特殊性,外界生物源较难自然传入,开展当地植物适生机制的研究,可为先锋植物的筛选与改良、建设好干热河谷地区的生态环境提供科学依据^[34]。

致谢 感谢中国科学院昆明植物研究所彭华研究员共同讨论系统学部分,中国科学院植物研究所陈文俐博士帮助查阅文献。

参考文献

- [1] Clayton W D. A revision of the genus *Hyparrhenia* [J]. Kew Bulletin Addit. Ser. 2, 1969: 11–23.
- [2] Soreng R J, Davidse G, Peterson P M, et al. Classification of New World Grasses [OL]. [2009-09-02] <http://www.tropicos.org/Project/CNWG>.
- [3] The Plant List. Version 1. Published on the Internet [OL]. [2010-01-01] <http://www.theplantlist.org/>.
- [4] Forsskål P. *Themeda* [M]// Niebuhr C. Flora Aegyptiaco-Arabica. Copenhagen: Möller, 1975: 1–178.
- [5] Hackel E. Andropogoneae [M]// de Candolle A, de Candolle C. Monographiae Phanerogamarum Vol. VI. Paris: G. Masson, 1889: 1–716.
- [6] Han J G(韩建国), Fan F C(樊奋成), Li F(李枫). Origin, evolution and distribution of the Gramineae [J]. Chin Bull Bot (植物学通报), 1996, 13(1): 9–13.(in Chinese)
- [7] Keng Y L. Flora Illustrata Plantarum Primarum Sinicarum [M]. Beijing: Science Press, 1959: 844–847.
- [8] Stebbins G L Jr. The evolution of the grass family [M]// Younger V B, McKell C M. The Biology and Utilization of Grasses. New York: Academic Press, 1972: 1–17.
- [9] Zhao N X(赵南先). A study on the systematics of genus *Themeda* Forsskål [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 1998, 6(4): 293–308.(in Chinese)
- [10] Skendzic E M, Columbus J T, Cerros-Tlatilpa R. Phylogenetics of Andropogoneae (Poaceae: Panicoideae) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast *trnL-F* sequences [J]. Aliso, 2007, 23(1): 530–544.
- [11] Hooker J D. Flora of British India Vol. 7 [M]. London: L. Reeve. & Co., 1897: 212–216.
- [12] Zhuang T D(庄体德), Chen S L(陈守良). New taxa of genus *Themeda* Forssk. (Gramineae) from China [J]. Bull Bot Res (植物研究), 1989, 9(2): 55–56.(in Chinese)
- [13] Brown W V, Emery W H P. Apomixis in the Gramineae: Panicoideae [J]. Amer J Bot, 1958, 45(4): 253–263.
- [14] Thomasson J R. Fossil grasses: 1820–1986 and beyond [C]// Soderstrom R, Hilu C S, Campbell C S, et al. Grass Systematics and Evolution. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1986: 159–167.
- [15] Vickery J W. The leaf anatomy and vegetative characters of the indigenous grasses of New South Wales. I. Andropogoneae, Zoysieae, Tristegineae [J]. Proc Linn Soc NSW, 1935, 60(1): 340–373.
- [16] Metcalfe C R. Anatomy of the Monocotyledons: I. Gramineae [M]. Oxford: Clarendon Press, 1960: 1–731.
- [17] Chen S L, Phillips S M. *Themeda* Forsskål [M]// Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China Vol. 22 (Poaceae). Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2006: 635–639.
- [18] Potdar G G, Salunkhe C B, Yadav S R. A new species of *Themeda* Forssk. (Poaceae) from India [J]. Kew Bull, 2003, 58(1): 243–246.
- [19] Takhtajan A. Floristic Regions of the World [M]. Berkeley: University of California Press, 1986: 1–522.
- [20] Wang H S(王荷生). Floristic Plant Geography [M]. Beijing: Science Press, 1991: 127–130.(in Chinese)
- [21] Sun B X. *Themeda* Forssk. [M]// Wu Z Y. Flora Yunnanica Vol. 9. Beijing: Science Press, 2003: 711–723.(in Chinese)
- [22] Liu L. *Themeda* Forssk. [M]// Wu Z Y. Flora of Xizang Vol. 5. Beijing: Science Press, 1987: 342–345.
- [23] Qin H N(覃海宁), Liu Y(刘演). A Checklist of Vascular Plants of Guangxi [M]. Beijing: Science Press, 2010: 1–501.(in Chinese)
- [24] Liu Q(刘青), Yu H(于慧). *Themeda* Forssk. [M]// Wu D L. Flora of Guangdong Vol. 9. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2009: 505–509.(in Chinese)
- [25] Wu Z Y(吴征镒). The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1991, 13(suppl. IV): 1–139.(in Chinese)
- [26] Wulff E V. Translated by Zhong C X(仲崇信). Historical Geography of Plants: History of Floras of the Earth [M]. Beijing: Science Press, 1964: 1–632.(in Chinese)
- [27] Hartley W. Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae: I. The tribe Andropogoneae [J]. Aust J Bot, 1958, 6(2): 116–128.
- [28] Stebbins G L. Ecological distribution of centers of major adaptive radiation in Angiosperms [M]// Valentine W E. Taxonomy, Phytogeography and Evolution. London: Academic Press, 1972: 7–34.
- [29] Christin P A, Besnard G, Samaritani E, et al. Oligocene CO₂ decline promoted C₄ photosynthesis in grasses [J]. Curr Biol, 2008, 18(1): 37–43.
- [30] Liu L(刘亮). Systematics and evolution of subfamily Panicoideae (Gramineae) [J]. Acta Phytotaxon Sin(植物分类学报), 1988, 26(1): 11–28 (in Chinese)
- [31] Liu Q, Peterson P M, Ge X J. Phylogenetic signals in the realized climate niches of Chinese grasses (Poaceae) [J]. Plant Ecol, 2011, 212(10): 1733–1746.
- [32] Stebbins G L. Major trends of evolution in the Poaceae and their possible significance [M]// Estes J R, Tyril R J, Brunken J N. Grasses and Grasslands: Systematics and Ecology. Norman: University of Oklahoma Press, 1982: 3–36.
- [33] Stebbins G L. Grass systematics and evolution: Past, present and future [M]// Soderstrom T R, Hilu K W, Campbell C S, et al. Grass Systematics and Evolution. Washington DC.: Smithsonian Institution Press, 1986: 359–367.
- [34] Jin Z Z(金振洲), Ou X K(欧晓昆). Vegetation in Dry-hot Valley [M]. Kunming: Yunnan University and Yunnan Science and Technology Press, 2000: 1–13.(in Chinese)