

中国结缕草属植物 (*Zoysia* spp.) 地下部分分布和形态类型的多样性

李亚^{1,2}, 凌萍萍², 刘建秀², 向其柏¹

(1. 南京林业大学, 江苏南京, 210037; 2. 江苏省植物研究所, 江苏南京 210014)
中国科学院

摘要: 通过对分布于我国的结缕草属 (*Zoysia* Willd.) 54 份种质地下部分特点的研究, 发现其地下茎分布都在 15 cm 土层内, 其中大部分在 5 cm 深度的土层范围内 (97.23%), 很少达到 15 cm (0.29%); 不定根一般可分布到 40 cm 左右, 但表层 15 cm 内分布了不定根总量的 81.62%, 其下的 25 cm 土层中分布的不定根只占不定根总量的 18.38%。地下茎在 10~15 cm、不定根在 30~40 cm 土层中各性状的变异都比较显著。相关分析表明, 随着纬度的升高, 地下茎在较深的土层 (5~15 cm) 中分布密度有增加的趋势, 而伴随着纬度升高不定根分布密度趋小。根据地下茎和不定根分布的特点, 可将我国结缕草属植物地下部分划分为 3 大类型, 即浅茎密根型、中茎密根型和深茎浅根型。

关键词: 结缕草属; 地下茎; 不定根; 多样性

中图分类号: Q949.71⁺4.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2002)02-0039-06

Morphology and distribution diversity of rhizome and adventitious root of *Zoysia* spp. in China LI Ya^{1,2}, LING Ping-ping², LIU Jian-xiu², XIANG Qi-bai¹ (1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11(2): 39-44

Abstract: Based on traits of rhizome and adventitious root of 54 accessions of *Zoysia* Willd. in China, this paper revealed that the rhizomes distributed within 15 cm depth soil, 97.23% of which distributed in 5 cm depth soil and only 0.29% located below 15 cm depth. Adventitious root distributed within 40 cm depth, but 81.62% of which distributed in 15 cm depth, and only 18.38% distributed in left soil layers, variability of 10-15 cm depth rhizome and 30-40 cm depth adventitious root were obvious. Correlation analysis showed that density of rhizome tended to rise in 5-15 cm depth and density of adventitious root tended to lower with the latitude increasing. Based on cluster analysis of rhizome and adventitious root characteristics, these accessions could be divided into 3 groups: shallow rhizome dense root; moderate depth rhizome dense root; deep rhizome shallow root.

Key words: *Zoysia* Willd.; rhizome; adventitious root; diversity

目前乡土草坪草资源的研究正越来越受到人们的重视, 其中主产我国东北和东部沿海一带的结缕草属 (*Zoysia* Willd.) 坪用种质由于具有优越的低维护、耐践踏、抗高温干旱、抗寒、耐瘠、抗病虫和抗盐碱等特性, 正日益引起国内外草坪育种和相关研究者的注意, 并相继培育了一些新的品种和品系^[1-4]。目前结缕草属中作为草坪草研究最多的是结缕草 (*Zoysia japonica* Steud.), 对包括结缕草在内的暖季型草坪草的研究表明, 结缕草由于根系分布较浅从而避旱的能力不如高羊茅 (*Festuca arundinacea* Schreb.)、野牛草 (*Buchloe dactyloides* Engelm.) 和狗牙根 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)。相同土壤水分逆

境条件下, 结缕草的根密度只有狗牙根的 4% 左右^[5-8], 受其影响, 茎的生长量表现出类似的现象。而在暖季型草坪草中, 结缕草的抗寒性是最优越的。如 Marcum^[9] 等曾对结缕草属 25 个种和品种进行了研究, 认为不定根深度、重量及其在浅土层的分枝能力存在遗传差异, 这种差异是结缕草属不同种和品种抗旱性和抗寒性不同的原因之一。结缕草属种质的抗盐性也非常突出, Marcum 发现, 中度盐胁迫环

收稿日期: 2002-01-14

作者简介: 李亚 (1968-), 男, 安徽阜阳人, 在职博士生, 助研, 主要从事草坪和地被等园林植物的资源植物学研究。

境能刺激沟叶结缕草 (*Zoysia matrella* Merr.) 不定根的生长, 从而增加利用深层水分的能力, 也即草坪草不定根的分布与抗盐能力有关。我国有着丰富的结缕草属种质资源, 本文的目的在于通过对不同种类和不同分布区结缕草属植物地下部分(包括地下茎和不定根)重量、密度及在土壤中分布等性状的研究, 探寻我国结缕草属植物地下部分类型的多样性和分布规律, 为不同用途结缕草属品种的选育提供形态依据。

1 实验材料和方法

1.1 实验材料

根据我国各大标本馆馆藏标本和见诸文献的报道, 确定我国 11 个省市的 50 余个采样点, 采集共 113 份种质, 本文选择其中产于山东、安徽、江苏、浙江、福建等省, 能正常开花结实, 种植时间(1995 年 3-7 月)相近的 54 份种质进行研究, 详细采集地点见表 1。

表 1 结缕草属植物 (*Zoysia* spp.) 采样地点
Table 1 Collection location of *Zoysia* spp. genotypes

登记号 Accession	采集地点 Collection location	经度 Longitude	纬度 Latitude
z-003	福建厦门鼓浪屿沙滩 Xiamen, Fujian Province	118.02	24.53
z-001	福建福州乌龙江畔 Fuzhou, Fujian Province	119.00	26.00
z-067	安徽太平绿谷 Taiping, Anhui Province	118.15	29.07
z-005	浙江金华郊区 Jinhua, Zhejiang Province	119.53	29.12
z-011	浙江兰溪丘陵山地 Lanxi, Zhejiang Province	119.05	29.22
z-041	安徽屯溪新安江边丘陵山地 Tunxi, Anhui Province	118.03	29.72
z-042, z-043	安徽屯溪平原 Tunxi, Anhui Province	118.03	29.72
z-044	安徽屯溪新安江边草地 Tunxi, Anhui Province	118.03	29.72
z-063	安徽屯溪平原引江大坝 Tunxi, Anhui Province	118.03	29.72
z-006, z-007, z-062	浙江杭州武林广场 Hangzhou, Zhejiang Province	120.20	30.03
z-009, z-013	浙江杭州中国水稻所 Hangzhou, Zhejiang Province	120.20	30.03
z-014	浙江杭州街心花园 Hangzhou, Zhejiang Province	120.20	30.03
z-015	浙江杭州西湖草地 Hangzhou, Zhejiang Province	120.20	30.03
z-039, z-040	安徽宁国河浜溪边 Ningguo, Anhui Province	119.00	30.13
z-060	安徽岳西大别山 Yuexi, Anhui Province	116.37	30.88
z-037	安徽芜湖县三蒲 Wuhu, Anhui Province	118.40	31.03
z-016	江苏无锡鼋头渚 Wuxi, Jiangsu Province	120.03	31.58
z-036	安徽合肥龙岗宁合公路旁 Hefei, Anhui Province	117.22	31.85
z-050, z-051	江苏句容市郊 Jurong, Jiangsu Province	119.15	31.05
z-054	江苏南京江宁石灰岩上 Nanjing, Jiangsu Province	118.00	32.05
z-061, z-064	江苏南京紫金山南麓草地 Nanjing, Jiangsu Province	118.87	32.05
z-045, z-046, z-047, z-048, z-049	安徽滁县大柳 Chuxian, Anhui Province	118.03	32.30
z-034	江苏盐城郊区 Yancheng, Jiangsu Province	120.12	33.38
z-035	江苏盐城市人民公园 Yancheng, Jiangsu Province	120.12	33.38
z-056	江苏东海机场 Donghai, Jiangsu Province	118.75	34.03
z-028, z-029	江苏徐州发电厂(徐州茅山) Xuzhou, Jiangsu Province	117.02	34.28
z-030	江苏连云港沙滩 Lianyungang, Jiangsu Province	119.20	34.60
z-031, z-032	江苏连云港云台山 Lianyungang, Jiangsu Province	119.20	34.60
z-033	江苏连云港云台山脚 Lianyungang, Jiangsu Province	119.20	34.60
z-057	江苏连云港花果山 Lianyungang, Jiangsu Province	119.20	34.60
z-017	山东省胶州市体育馆 Jiaozhou, Shandong Province	120.00	36.43
z-018, z-019, z-020	山东省胶州市郊 Jiaozhou, Shandong Province	120.00	36.43
z-023, z-024	山东胶州农场 Jiaozhou, Shandong Province	120.00	36.43
z-021, z-022	山东胶州湾 Jiaozhou, Shandong Province	120.00	36.43
z-055	山东潍坊市荒地 Weifang, Shandong Province	119.13	36.62
z-026, z-027	山东章丘县城关 Zhangqiu, Shandong Province	117.05	36.68

1.2 实验方法

不同种质于1995年在野外采集后统一种植于江苏省·中国科学院植物研究所苗圃(E118°28', N32°02')内,土壤肥力中等,且分布均匀,酸碱度近中性(pH=7.08±0.11),年平均气温15.4℃,平均降雨量1013 mm,每份种质材料种植1个小区,小区面积0.7 m²。实验于2001年2-3月,植物未萌动前进行。取样时每个小区取3个点,用土钻(直径4.7 cm)分8段钻取土柱40 cm,每段5 cm,钻取的土样用孔径1 mm土壤筛在清水中冲洗干净,分别测量每段土柱中地下茎的长度、直径、节数以及不定根的长度,然后烘干称取干重,计算地下茎和不定根在不同土层中的密度(单位体积土壤中地下茎或不定根的长度),其中植根深度以肉眼可见到地下部分的深度为准,其他一些导出性状见相应正文部分,最后在Spss 9.0 for Windows上进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 结缕草属植物地下部分分布特点

结缕草属植物的地下茎和不定根在不同深度土层中的分布状况见表2。结果表明,在南京地区栽培条件下,结缕草属植物(*Zoysia* spp.)地下茎分布都在15 cm土层以内,平均分布深度在6 cm左右,但大部分分布在5 cm深度的土层范围内(97.23%),很少达到10~15 cm(占0.29%);不定根在土层中的分布可达40 cm左右,但表层15 cm土层内分布了不定根总量的81.62%,其下的25 cm土层中分布的不定根只占不定根总量的18.38%。

对地下茎和不定根各性状变异情况的分析(表3、表4)表明,相比较之下,较浅的土层中,地下茎和不定根各性状的变异都比较小,变异系数分别为15.46%和45.66%,而深层土壤中地下茎(10~15 cm)和不定根(30~40 cm)各性状的变异都比较显著,其中10 cm深度以下地下茎各性状变异系数都在160%以上。

2.2 结缕草属植物根系与地理分布的关系

为了研究结缕草属植物根系类型多样性的地理分布规律,对其中可以确认原产地的47份种质(以下同)进行性状与经纬度间的相关分析。结果表明,表层(0~5 cm)地下茎密度、地下茎总长度和地下茎分布深度与经度有显著或极显著的正相关关系(表

表2 结缕草属植物地下茎和不定根在不同深度土层中的分布
Table 2 Distribution of rhizome and adventitious root of *Zoysia* spp. in different soil layers

类型 Items	深度 Depth (cm)	分布百分率 Percentage (%)			
		最小值 Minimum	最大值 Maximum	平均值 Mean	标准差 St. deviation
地下茎 Rhizome	0~5	80.91	100.00	97.23	4.50
	5~10	0	19.09	2.49	4.24
	10~15	0	4.63	0.29	0.91
不定根 Adventitious root	0~5	20.24	64.67	41.85	10.39
	5~10	1.33	41.43	20.40	6.25
	10~15	6.25	29.42	19.37	5.86
	15~20	0.30	14.71	6.68	3.13
	20~25	0.43	18.30	5.02	3.44
	25~30	0	11.34	3.44	3.01
	30~35	0	13.60	1.89	2.49
	35~40	0	6.53	1.35	1.85

表3 不同土壤深度结缕草属植物地下茎各性状变异
Table 3 Diversity of rhizome characteristics of *Zoysia* spp. at different soil depth

深度(cm) Depth	项目 Items	平均数 Mean	标准差 St. deviation	变异系数 CV(%)
0~5	密度 Density (m/m ³)	16 608.96	6 816.59	41.20
	重量 Weight (kg/m ³)	17.87	7.38	41.16
	直径 Diameter (cm)	0.17	0.20	115.70
	节数 Node no.	97.30	43.90	45.16
5~10	密度 Density (m/m ³)	448.67	730.10	162.62
	重量 Weight (kg/m ³)	0.51	0.09	172.30
	直径 Diameter (cm)	0.08	0.17	209.30
	节数 Node no.	2.91	4.86	167.01
10~15	密度 Density (m/m ³)	61.94	196.08	316.20
	重量 Weight (kg/m ³)	0.05	0.19	351.81
	直径 Diameter (cm)	0.01	0.04	289.71
	节数 Node no.	0.04	1.15	328.57
总计 Total	重量 Weight (kg/m ³)	6.15	25.21	41.03
	深度 Depth (cm)	6.31	3.01	47.66
	长度 Length (m/m ³)	5 690.11	2 387.54	41.95

5),即在我国越往东部,结缕草属植物的地下茎密度越大、分布越深,其中地下茎密度的变化趋势主要表现在土壤表层(0~5 cm);而与纬度的关系表现在5~15 cm土层中地下茎平均密度与纬度有显著正相关关系,表明越往我国北部,结缕草属地下茎密度在较深的土层(5~15 cm)中有增加的趋势,而在土壤表层的变化不明显。与地下茎相比,不定根密度没有沿经度的变化规律,而沿纬度变化的规律较显著,大多数土层中不定根分布密度都与纬度达到极显著或显著的负相关关系(见表6),即伴随着纬度的升

表 4 不同土壤深度中结缕草属植物不定根各性状变异

Table 4 Diversity of adventitious root characteristics of *Zoysia* spp. at different soil depth

深度 Depth (cm)	不定根重量 Weight of adventitious root (kg/m ³)			不定根密度 Density of adventitious root (m/m ³)		
	平均数 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 CV (%)	平均数 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 CV (%)
0~5	4.84	2.08	42.99	141 868.20	61 245.54	43.00
5~10	2.19	0.97	44.56	68 396.62	30 449.76	44.57
10~15	1.07	0.55	51.89	69 780.70	36 216.76	51.95
15~20	0.57	0.37	66.19	24 798.10	16 493.62	66.24
20~25	0.35	0.35	98.02	18 800.42	18 339.06	97.89
25~30	0.20	0.21	102.34	13 264.10	13 840.80	102.10
30~35	0.16	0.23	143.80	7 589.37	10 841.96	143.27
35~40	0.11	0.18	163.48	5 213.37	8 535.16	163.75

表 5 结缕草属植物地下茎各性状与经纬度的相关分析

Table 5 Correlation analysis between rhizome characteristics of *Zoysia* spp. and longitude and latitude

地下茎性状 Rhizome characteristics	深度 Depth (cm)	相关系数 Correlation coefficient	
		经度 Longitude	纬度 Latitude
密度 Density (m/m ³)	0~5	0.409**	0.153
	5~10	0.190	0.284
	10~15	0.216	0.168
节数 Node no.	0~5	0.285	0.122
	5~10	0.100	0.279
	10~15	0.200	0.173
直径 Diameter (cm)	0~5	-0.017	-0.139
	5~10	0.185	-0.095
	10~15	0.149	-0.002
平均密度 Mean density (m/m ³)	0~15	0.219	0.290*
总长度 Total length (m)		0.413**	0.181
地下茎深度 Depth (cm)		0.362*	0.274

* $P > 0.05$, ** $P < 0.01$

表 6 结缕草属植物不定根各性状与经纬度的相关分析

Table 6 Correlation analysis between adventitious root characteristics of *Zoysia* spp. and longitude and latitude

不定根性状 Adventitious root characteristics	深度 Depth	相关系数 Correlation coefficient	
		经度 Longitude	纬度 Latitude
密度 Density (m/m ³)	0~5	-0.228	-0.412**
	5~10	-0.070	-0.265
	10~15	-0.235	-0.488**
	15~20	-0.113	-0.405**
	20~25	-0.104	-0.329*
	25~30	-0.266	-0.426**
	30~35	-0.236	-0.292*
35~40	-0.251	-0.265	
平均密度 Mean density (m/m ³)		-0.222	-0.377**
总长度 Total length (m)		-0.269	-0.551**
不定根深度 Depth (cm)		-0.189	-0.162

* $P > 0.05$, ** $P < 0.01$

高,不定根分布密度变小,如在 0~5 cm 深度位于最北端山东省章丘县的 z-027(N36.68°)的不定根分布密度只有 3.47×10^4 m/m³,而位于较南端的安徽太平绿谷的 z-067(N29.07°)不定根密度达 3.96×10^5 m/m³,增加了 10 倍之多,但不定根分布深度似乎没有明显的变化规律。

2.3 结缕草属植物(*Zoysia* spp.)地下部分类型

根据主成分分析的结果(未列出)和上述对各性状变异规律的分析,以地下茎总长度、不定根总长度、20~40 cm 土层不定根平均密度、5~15 cm 土层地下茎平均密度、地下茎深度和不定根深度等 6 个性状对 47 份产地清楚的野生种质(栽培和产地不清的 7 份未列入)进行聚类分析,结果见图 1。根据图 1 可在欧氏距离平方为 21 处将 47 份种质划分为 3 个地下部分类型组,其中第 1 组种质较多,又可以在欧氏距离平方为 10 处划分成 2 个亚组,各组(亚组)的特点如表 7。

I 组为浅茎密根型,特点是地下茎分布较浅,而不定根在深层分布较密,又可以分为 2 个亚组;II 组为中茎密根型,特点是地下茎分布深度中等,而不定根在深层分布较密;III 组为深茎浅根型,特点是地下茎密度较高,分布得也比较深,不定根虽多,但多半都分布在土壤表层,深层分布密度较低。

从种类组成看, I 组的 1 亚组基本上为结缕草(*Zoysia japonica* Steud.), I 组的 2 亚组、II 组和 III 组则大多为中华结缕草(*Zoysia sinica* Hance)、结缕草和中华结缕草的中间类型以及少量具有沟叶结缕草(*Zoysia matrella* Merr.)形态特点的种质。

从地理分布的特点看, I 组种质偏向于分布在我国南方地区,而 II 组和 III 组则偏向于北方分布,但这种现象并不十分明显,尤其结缕草属资源分布

比较集中的山东胶洲湾地区,地下茎和不定根的各性状都表现出更高的多样性。

3 结论与讨论

与其他暖季型草坪草相比,结缕草属植物有着更为发达的地下茎和欠发达的不定根,说明了这是结缕草属植物抗寒性强而耐旱性差的一个形态学原因。本研究发现结缕草属植物的地下部分在深度和分布密度等方面有较高的多样性,而且这种多样性主要体现在深层土壤中地下茎(10~15 cm)和不定根(30~40 cm)各性状的变异。本文中并没有就结缕草属的种下单位分别进行分析,这是因为虽然从形态上看本文涉及的种质可能包括结缕草、中华结缕草和沟叶结缕草以及它们之间的过渡类型,但基本表现为连续的变异,有些种质很难从形态上确定它们的种类。

结缕草属植物地下茎表现出的地带性变异,即较深层地下茎分布密度随纬度的增加而增加的趋势,表明这种性状可能与抗逆性相关联。实际上,在冬季来临之前的低温逆境条件下,结缕草属植物已经不再生长或生长很少,其光合产物主要直接或经淀粉酶水解后运输到地下茎和匍匐茎的薄壁细胞储存,从而提高了细胞质浓度,有利于结缕草抗寒,因而一般认为地下茎和匍匐茎与结缕草属植物抗寒性有关。至于地下茎分布深度随经度的增加而增加这种现象,由于结缕草属在我国沿海分布在一个比较狭长的区域,经度上的跨度比较小,因而在经度上的统计结果不一定是一种自然的规律,有待于进一步的研究和证实。

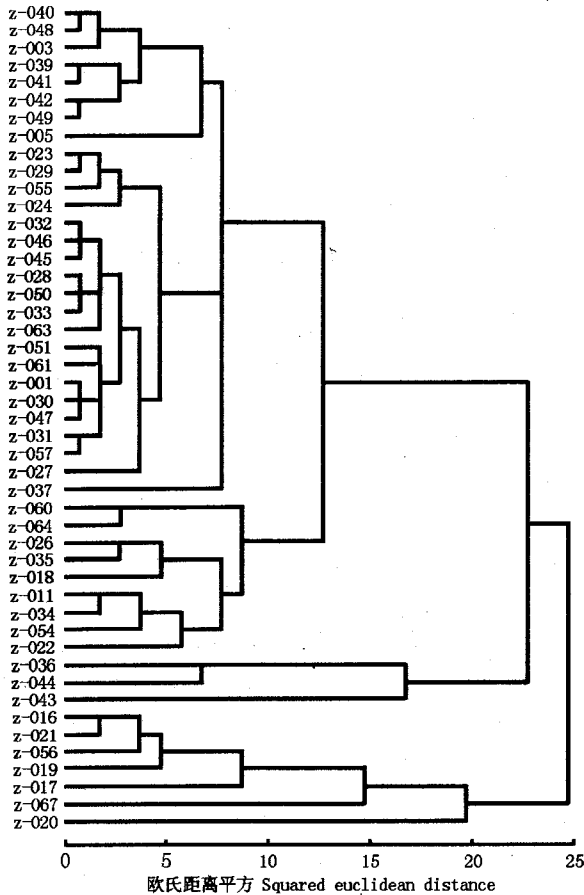


图 1 基于地下部分性状的结缕草属植物聚类图
Fig. 1 Dendrogram of *Zoysia* spp. based on characteristics of rhizome and adventitious root

表 7 根据地下部分性状分组的结缕草属植物各组特点¹⁾
Table 7 Characteristics of each group based on rhizome and adventitious root traits of *Zoysia* spp.¹⁾

组别 Items	地下茎 Rhizome			不定根 Adventitious root		
	总长度(m/m ³) Total length	5~15 cm 平均密度(m/m ³) Mean density within 5-15 cm	深度(cm) Depth	总长度(m/m ³) Total length	5~15 cm 平均密度(m/m ³) Mean density within 5-15 cm	深度(cm) Depth
I 组 I group	2 057.08 ~ 9 251.07 (4 848.55)	0.00 ~ 865.05 (149.94)	3.00 ~ 13.00 (5.60)	12 456.00 ~ 75 540.61 (40 792.74)	565.17 ~ 26 701.21 (8 973.45)	32.00 ~ 56.00 (39.70)
1 亚组 1 subgroup	2 057.08 ~ 9 251.07 (4 979.28)	0.00 ~ 409.46 (21.91)	3.00 ~ 6.00 (4.40)	12 456.00 ~ 70 996.87 (42 305.40)	565.17 ~ 26 701.21 (8 050.73)	32.00 ~ 50.00 (38.20)
2 亚组 2 subgroup	2 656.90 ~ 6 394.24 (4 433.29)	0.00 ~ 865.05 (530.56)	7.50 ~ 13.00 (9.50)	24 061.21 ~ 75 540.61 (42 097.75)	1 660.90 ~ 23 794.64 (11 868.49)	37.50 ~ 50.00 (44.30)
II 组 II group	2 618.45 ~ 10 908.27 (5 725.21)	899.65 ~ 2 214.53 (1 499.42)	3.00 ~ 15.00 (8.90)	24 713.00 ~ 75 540.61 (41 757.44)	2 733.56 ~ 27 642.45 (9 042.66)	33.00 ~ 55.00 (42.50)
III 组 III group	8 728.15 ~ 10 908.21 (9 597.12)	380.62 ~ 1 983.85 (934.25)	8.50 ~ 15.00 (11.00)	24 713.00 ~ 90 300.92 (43 790.66)	772.78 ~ 17 047.25 (7 208.75)	33.00 ~ 46.00 (39.90)

¹⁾ 括号内的数据为该项目的平均值 Data in parentheses are means of the item data.

结缕草属植物不定根在经纬度上分布的特点,尤其是其不定根密度在纬度递增方向上递减的规律,可能与以下几个方面有关:首先是作为 C4 植物,南方充足的光照使其具有更多的光合产物,从而积累了更多的生物量;其次可能与植物的蒸腾作用相联系,即在低纬度地区由于植物蒸腾作用强烈,需要更多的不定根来满足吸水的需求;第三是南方的种类多为沟叶结缕草等细叶类型,这些草大多密度较高,因而地下茎和不定根的密度可能也较高。这种现象可能还解释了南方的结缕草属植物更耐盐和耐旱的现象,可以认为,结缕草属的不定根可能与水分逆境有联系,也即不定根的分布密度越高则耐盐能力和抗旱性越强。

根据结缕草属植物地下茎的特点将结缕草属分为 3 大类型,即浅茎密根型、中茎密根型和深茎浅根型,是一种比较粗略而实用的方法,基本反映了我国结缕草属植物地下部分类型的特点。另外从分类单位看,绝大部分结缕草主要被分在 I 组 1 亚组中,而 I 组 2 亚组、II 组和 III 组则包括了绝大部分中华结缕草、中华结缕草和结缕草的中间类型以及部分具有沟叶结缕草形态特点的种类,表明结缕草属植物地下部分在地理上的分布特点似乎与结缕草属植物不同种类的地带性分布相联系,这方面还有待于进一步研究。

致谢 江苏省·中国科学院植物研究所陈树元研究员审阅全文,南京林业大学 2001 届毕业生章凌燕同学参加部分田间工作,特此致谢!

参考文献:

- [1] 翁仁宪,许福星.台湾本地草坪草之研究与利用[J]. *Weed Sci Bull.* 1996, 17(2):79-88.
- [2] 刘建秀,贺善安,陈守良.华东地区结缕草属植物形态类型及坪用价值[J]. *草地学报*, 1997, 5(1):43-47.
- [3] 董令善,田有凤.胶州市结缕草资源及其开发利用的探讨[J]. *中国草地*, 1992, 1(1):6-8.
- [4] 董厚德,赵理,陈中林,等.辽东半岛结缕草群落分类及生态的研究[J]. *植物研究*, 1995, 15(2):230-245.
- [5] Qian Y L, Fry J D, UpHam W S. Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrasses and tall fescue in Kansas[J]. *Crop Sci*, 1997, 37(3):905-910.
- [6] Huang B, Duncan R R, Carrow R N. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: I. shoot response[J]. *Crop Sci*, 1997, 37(6):1858-1863.
- [7] Huang B, Duncan R R, Carrow R N. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. shoot aspect[J]. *Crop Sci*, 1997, 37(6):1863-1869.
- [8] Carrow R N. Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: root-shoot responses[J]. *Crop Sci*, 1996, 36(3):687-694.
- [9] Marcum K B, Engle M C, Morton S J, et al. Rooting characteristics and associated drought resistance of zoysiagrasses[J]. *Agron*, 1995, 87(3):534-538.

欢迎订阅 2002 年《植物资源与环境学报》

全国优秀科技期刊 华东地区优秀期刊 江苏省优秀期刊
季刊, 单价 6 元, 邮发代号: 28-213, 统一刊号 CN32-1339/S

《植物资源与环境学报》(原名:《植物资源与环境》,2000 年第 9 卷起更名)系江苏省·中国科学院植物研究所、江苏省植物学会及中国环境科学学会植物园保护分会联合主办的学术刊物,国内外公开发行。本刊为 BA、CA、CAB、SCI、中国生物学文摘、中国林业文摘、中国环境科学文摘和中国科学引文数据库等国内外著名刊库收摘,并且是 BA 的直接来源刊。入编《中国学术期刊光盘版》。2001 年入选“中国期刊方阵”。本刊围绕植物资源与环境两个关系国计民生的中心命题,报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者,可以从本刊获得相关学科领域的研究进展和信息。

本刊于 1992 年创刊,全国各地邮局发行,若错过征订时间或需补齐 1992~2001 年各期者,请直接与编辑部联系邮购,1992~1993 年每年 8 元,1994~2000 年每年 16 元,2001 年全年 24 元,2002 年全年 28 元(均含邮资),编辑部地址:南京中山门外江苏省·中国科学院植物研究所内,邮编:210014, Tel: 025-4347016; Fax: 025-4432074; Email: nbgx@jlonline.com 或 zwzy@mail.cnbg.net.