

松嫩平原星星草果后营养期无性系 结构及其生长分析

张春艳, 张春雨, 陈玉交, 李海燕, 杨允菲

(东北师范大学草地科学研究所 植被生态科学教育部重点实验室, 吉林 长春 130024)

摘要:针对松嫩平原自然条件下星星草(*Puccinellia tenuiflora*)单优群落独立株丛,采用随机挖掘整个分蘖丛的取样方法,对星星草果后营养期无性系结构及其生长规律进行了定量分析。结果表明,星星草无性系总构件数量为 (49.07 ± 29.74) 个,分蘖株和分蘖苗分别占53.3%和46.7%;总生物量为 (2.54 ± 1.57) g,分蘖株和分蘖苗分别占90.7%和9.3%。随丛径的增加,分蘖株数量、分蘖苗数量、分蘖株生物量分别呈直线增加,总构件数量和总生物量呈幂函数增加,分蘖苗生物量呈对数函数增加;分蘖株生物量、总生物量分别与分蘖株数量和总构件数量呈直线函数关系,分蘖苗生物量与分蘖苗数量呈幂函数关系;其相关性均达到了极显著水平($P < 0.01$)。

关键词:星星草;分蘖株;分蘖苗;无性系构件;生长分析

中图分类号:S816.11;Q945

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2012)06-0978-05

* 1

多年生植物的果后营养期是冬眠构件形成和养分向地下储藏的重要阶段^[1]。对于禾本科植物来说,果后营养期形成的分株不一定是冬眠构件,只有那些不拔节的苗期分株因生长点位于地表以下,才能进入冬眠,下一年返青继续生长^[2-3]。丛生型植物的每一个分蘖丛都是界限分明的独立无性系,了解其各生长阶段构件结构及无性系各数量性状之间的关系具有理论和实践意义。

星星草(*Puccinellia tenuiflora*)是多年生丛生型禾草,具有耐盐碱性强、饲用价值高等特点,是治理天然盐碱化草地和利用价值最大的牧草之一,在松嫩平原碱化草甸广泛分布,常形成大面积单优种群落^[4]。星星草分蘖力强,春季返春早,果后营养期长,营养丰富,其饲用价值是盐生植被中较高的优良牧草^[5]。有关星星草的形态解剖的结构特征^[6]、生理生化机制^[7-9]、生物生态学特性^[1,10-12]、生产特性^[13-16]、种群数量特征^[2,17]等研究已有报道。但对于星星草无性系水平的定量研究仅有较少报道^[18]。本研究以实地调查为依据,从无性系水平定量分析了松嫩平原果后营养期星星草各构件的数量和生物量的结构,以及各组分数量性状与无性系大小之间

的关系,为丛生无性系植物种群生态学的深入研究累积资料,为松嫩平原碱化草地的利用与管理提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 试验地概况 试验地设在松嫩平原南部的吉林省长岭种马场、东北师范大学草地生态研究站(44°38' N, 123°41' E)。该地区位于松嫩平原南部冲积平原,地势平坦,海拔137.8~144.8 m,属于典型的大陆性季风气候。年平均气温4.9℃,≥10℃的年积温2545~3374℃·d,无霜期136~163 d。6—8月平均气温超过20℃,7月气温最高;年降水量313~581 mm,主要集中在6—9月,约占全年降水量的60%以上,年蒸发量一般为年降水量的2~3倍^[19-21]。在松嫩平原盐碱化草甸植被中,星星草在低洼地段经常形成单一优势种群落,也容易成为獐毛(*Aeluropus sinensis*)、黄蒿(*Artemisia scoparia*)、虎尾草(*Chloris virgata*)、碱蒿(*A. anethifolia*)等其他盐碱群落的伴生种。

1.2 研究方法 在松嫩平原,星星草种群于6月上、中旬开花,6月末籽实成熟。本研究在东北师范大学草地生态研究站的天然盐碱化草甸的星星草群

收稿日期:2011-09-06

接受日期:2011-12-02

基金项目:国家自然科学基金项目(31170504,30901049,J0830627)

作者简介:张春艳(1986-),女,黑龙江大庆人,在读硕士生,研究方向为植物种群生态学。E-mail:zhangcy947@nenu.edu.cn

通信作者:杨允菲 E-mail:yangyf@nenu.edu.cn

落进行,于2009年7月中旬,在星星草果后营养期,采用整个分蘖丛挖掘的方法,随机挖取30个大小不同的星星草分蘖丛。带回室内逐一测定无性系的丛径后,将营养株从分蘖节处掰下,按拔节的分蘖株和未拔节的分蘖苗分别计数,并放置于80℃下烘至质量不变后用1/1 000电子天平称量。

1.3 数据分析 统计分析各样地所测定的数量指标,用最大值和最小值反映观测样本的实际大小范围,用平均数代表样本各性状的整体水平,用标准差(SD)反映样本的绝对变异度,用变异系数(CV)反映样本的相对变异度^[22]。选取直线函数、幂函数、指数函数和对数函数的4种函数模型回归分析各性状间的关系,对各回归模型的相关系数作显著性检验,比较模型的相关系数,并选用相关程度较高的函数方程作为定量化描述模型。

2 结果与分析

2.1 构件的数量特征及结构分析 星星草无性系丛径的整体水平为(2.65±1.06)cm,丛径的变异系数最小,除分蘖苗生物量外,其他各项指标的变异系数大约为丛径的1.5~1.6倍,而以分蘖苗生物量的变异系数最大,为丛径的1.9倍,表明星星草正处于果后营养期的生长阶段,生物量随着生长而变化;分蘖株数量与分蘖苗数量的变异系数二者差异相对较小;总生物量与分蘖株生物量二者的变异度基本处于同一水平,而明显低于分蘖苗的变异度(表1)。同时,星星草无性系构件是由分蘖株和分蘖苗组成,分蘖株数量占总体构件数量的53.3%,是分蘖苗的1.14倍;分蘖株生物量居优势地位,占总体生物量的90.6%,是分蘖苗生物量的9.58倍(表1)。由此表

明,在果后营养期,分蘖株是无性系的主要组成部分。

2.2 构件数量与丛径的关系 对于无性系植物来说,衡量无性系大小的数量指标之一是丛径。经统计分析,星星草分蘖株和分蘖苗数量与丛径之间均呈极显著直线正相关关系(图1)。从图1直线方程斜率值可以反映出,在丛径0.6~4.6 cm范围内,理论上丛径每增加1 cm,将增加11.607个分蘖株和10.565个分蘖苗,两者增长速率大体相同,反映了分蘖株与分蘖苗的数量增长具有同步生长规律。而总构件数与丛径之间呈极显著幂函数关系,增长的幂值为1.1567,由此反映了总构件数与不同组分增长的方式不同,并表明总构件数生长要快于丛径的增长。

2.3 构件生物量与丛径的关系 星星草无性系分蘖株生物量、分蘖苗生物量、总生物量与其丛径之间也有较好的正相关关系(图2)。经回归分析分蘖株生物量与丛径呈极显著直线相关关系,分蘖苗生物量与丛径呈极显著对数函数关系,总生物量与丛径呈极显著幂函数关系。由此表明三者的增长方式不同,但都与丛径呈极显著的正相关关系,反映了丛径的大小制约着无性系的物质生产。

2.4 不同构件生物量与其数量的关系 经相关性分析,星星草无性系分蘖株生物量与分蘖株数量、总生物量与总构件数量呈极显著直线函数关系,分蘖苗生物量与分蘖苗数量呈极显著幂函数关系(图3)。就两个直线方程的斜率值比较,分蘖株生物量生长速率是总生物量的1.8倍,由此间接地反映了分蘖苗生物量增长率远小于分蘖苗数量的增长率。

表1 星星草无性系构件的数量特征

Table 1 Quantitative characters on modules of *Puccinellia tenuiflora* clone (n=30)

数量特征 Quantitative characters	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Mean	结构比率 Structural ratio/%	标准差 SD	变异系数 CV/%
丛径 Tuft diameter/cm	4.30	0.90	2.65	—	1.06	40.16
分蘖株数 Number of jointing tillers	68.00	4.00	26.13	53.3	15.79	60.42
分蘖苗数 Number of young tillers	69.00	4.00	22.93	46.7	14.94	65.14
总构件数 Total number of modules	137.00	13.00	49.07	100.0	29.74	60.61
分蘖株生物量 Biomass of jointing tillers/g	6.14	0.17	2.30	90.7	1.46	63.30
分蘖苗生物量 Biomass of young tillers/g	0.94	0.03	0.24	9.3	0.18	77.05
总生物量 Total biomass of clone/g	6.65	0.22	2.54	100.0	1.57	61.70

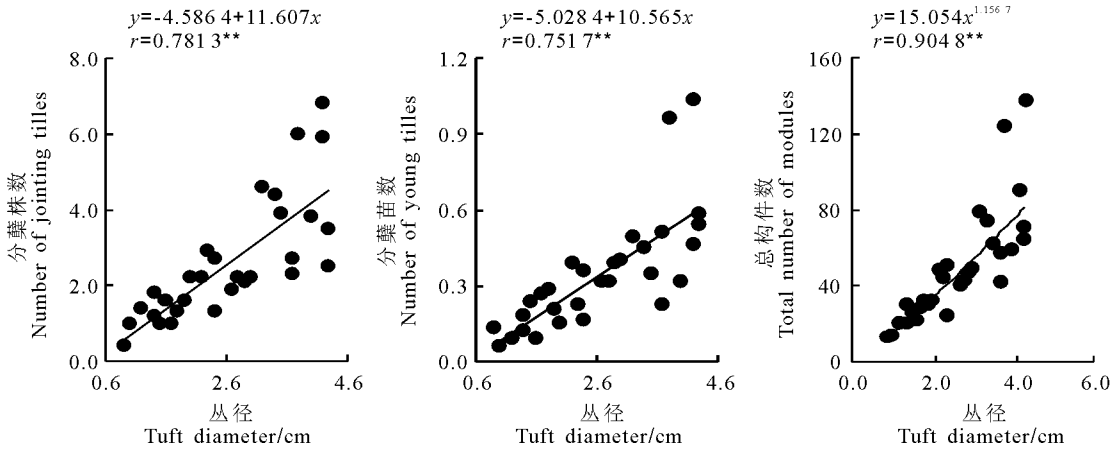


图1 星星草无性系不同构件的数量与丛径的观测值及拟合曲线(n=30)

Fig. 1 Observed data and the simulated curves on relationships between the number of different modules and the tuft diameter in *Puccinellia tenuiflora* clone(n=30)

注: **表示极显著水平($P < 0.01$)。下同。

Note: ** indicates significant at 0.01 level. The same below.

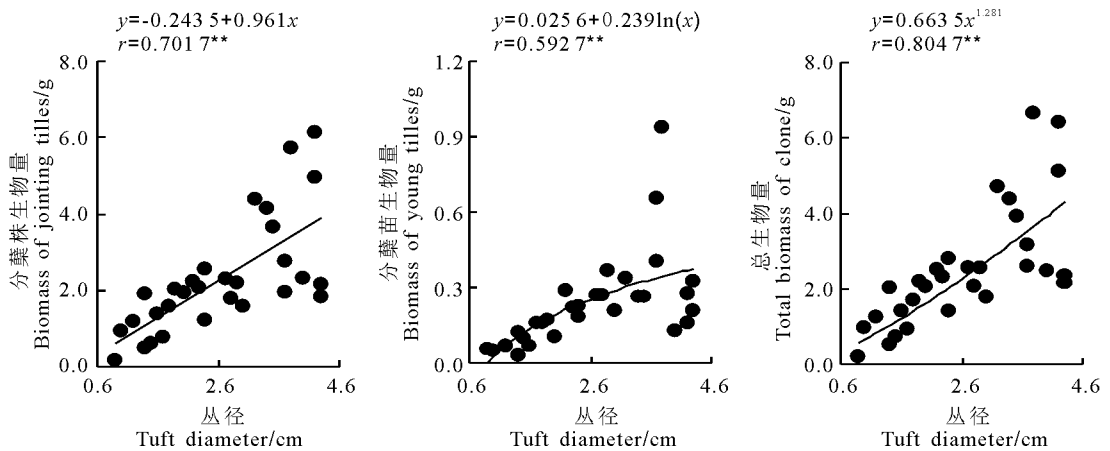


图2 星星草无性系不同构件的生物量与丛径的观测值及拟合曲线(n=30)

Fig. 2 Observed data and the simulated curves on relationships between biomass of different modules and the tuft diameter in *Puccinellia tenuiflora* clone(n=30)

3 讨论与结论

天然盐碱化草甸群落中,星星草的分蘖丛大小参差不齐,主要是这些无性系并非同一时间定居的同生群,致使星星草无性系构件的数量性状均变异较大(表1)。一般情况下,种子萌发与定居越早,其无性系生长的时间就越长,营养繁殖的构件越多,丛径就越大,反之亦然。此外,由于植物固着生长,种子萌发与定居微地形的不同,将引起微环境的差异。即任何群落内在土壤质地的均匀性、土壤小动物的

干扰等方面总是存在着不同程度的差异,即使是同时播种与相同管理下的栽培草地,其无性系构件的数量性状也存在较大的生态可塑性^[20,23-24]。

不同生活史阶段的个体组成植物种群,而种群的生存与发展,以及种群的调节体现在不同生活史阶段个体的数量和生物量的配置^[20,25]。在整个生长季的不同生育期,植物种群组成的生活史格局必然发生变化。在松嫩平原天然草地,星星草果后营养期达3个月(7—9月)之久,其中,果后营养期前

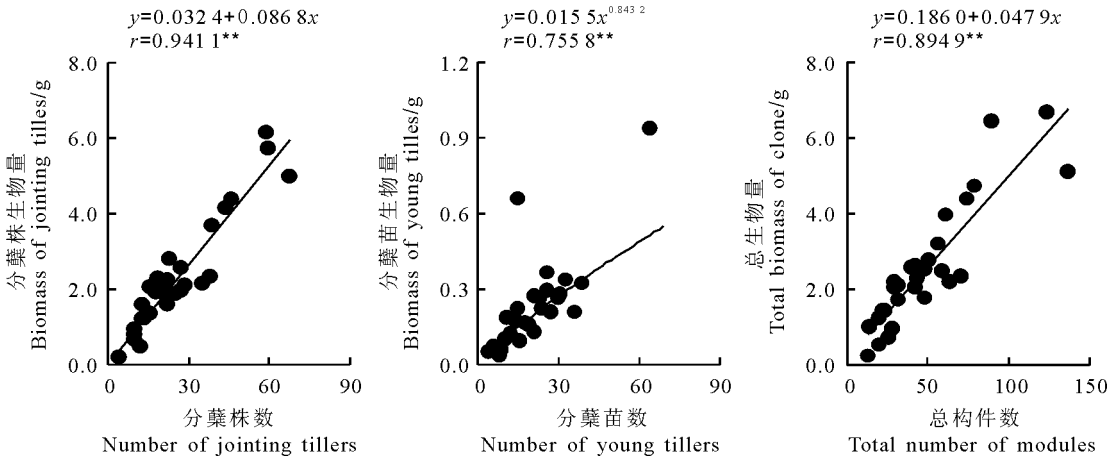


图3 星星草无性系不同构件的生物量与数量的观测值及拟合曲线(n=30)

Fig. 3 Observed data and the simulated curves on relationship between the biomass and the number of different modules in *Puccinellia tenuiflora* clone(n=30)

期形成的分蘖大多数可进入拔节生长,而后期则大部分以芽的阶段冬眠^[1,26]。本研究只是星星草果后营养期前期的构件结构特征,其中,后期随着新构件的不断补充,其结构的变化过程有待进一步研究。

伴随着构件的形成和生长,无性系在不断增大。每一个边界明显的丛生型禾草的无性系(分蘖丛)均可视为一个小种群,其构件增加和空间扩展均极为有序。在松嫩平原天然草地星星草果后营养期前期,星星草无性系各构件的数量与丛径之间,各构件的生物量与丛径之间,各构件的生物量与其数量之间均具有极显著($P < 0.01$)的相关关系,大体呈线性、对数和幂函数规律变化,这与植物个体的生长及生产分配有着相同的规律^[14,22]。但是随着生长季的进程,这些数量性状之间的规律是否发生变化有待进一步研究。

参考文献

- [1] 杨允菲,祝玲.松嫩平原十五种多年生禾草种群营养繁殖体冬眠特性的分析[J].草业科学,1994,11(2):26-31.
- [2] 张丽辉,赵骥民,杨允菲.放牧和割草利用对星星草种群冬眠构件的影响[J].草业科学,2006,23(4):8-11.
- [3] 宋金枝,杨允菲.松嫩平原碱化草甸朝鲜碱茅无性系冬眠构件的结构及生长分析[J].生态学杂志,2006,25(7):743-746.
- [4] 郑慧莹,李建东.松嫩平原的草地植被及其利用保护[M].北京:科学出版社,1993:40-44.
- [5] 苏加楷,张文淑,李敏.星星草、牧草高产栽培[M].北京:金盾出版社,1993:115-116.
- [6] 陆静梅,李建东,景德章,等.星星草 *Puccinellia tenuiflora* (Turcz.) Scribn. et Merr. 解剖研究[J].东北师大学报(自然科学版),1994(1):63-66.
- [7] 阎秀峰,孙国荣,李敬兰,等.羊草和星星草光合蒸腾日变化的比较研究[J].植物研究,1994,14(3):287-291.
- [8] 王苹,李建东,欧勇玲.松嫩平原盐碱化草地星星草的适应性及耐盐生理特性的研究[J].草地学报,1997,5(2):80-84.
- [9] 肖玮,孙国荣,阎秀峰,等.松嫩盐碱草地星星草种群地上生物量的季节动态[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,1995,11(1):81-83.
- [10] 杨允菲,祝玲,李建东.松嫩平原碱化草甸星星草种群营养繁殖及有性生殖的数量特征[J].应用生态学报,1995,6(2):166-171.
- [11] 张春华,杨允菲,李建东.两种碱茅种群果后营养繁殖的定量分析[J].中国草地,1996(1):31-35.
- [12] 窦声云,周学丽,莫玉花. Na_2CO_3 胁迫对老芒麦和星星草种子萌发的影响[J].草业科学,2010,27(9):124-127.
- [13] 杨允菲,李建东.松嫩平原碱化草甸三种多年生盐碱禾草群落生产特征的分析[J].草业科学,1994,11(3):34-35.
- [14] 杨允菲,李建东.松嫩平原全叶马兰种群不同年龄级分株的生长策略[J].应用生态学报,2003,14(12):2171-2175.

- [15] 张春和,李建东. 星星草群落地上生产结构、现存量季节动态和净初级生产力的研究[J]. 草业学报, 1995, 4(1):36-43.
- [16] 郭孝,张莉. 朝鲜碱茅与星星草经济性状的研究[J]. 河南农业科学, 1996(11):34-36.
- [17] 张丽辉,赵骥民,李帅. 松嫩平原不同生境星星草无性系种群的数量特征分析[J]. 长春师范学院学报(自然科学版), 2007, 26(4):58-61.
- [18] 张丽辉,杨允菲. 松嫩平原星星草无性系生殖株的数量特征[J]. 中国科学学报, 2006, 3(7):78-81.
- [19] 李建东,郑慧莹. 松嫩平原盐生植物与盐碱化草地的恢复[M]. 北京:科学出版社, 1997:1-5.
- [20] 杨允菲,张宝田,李建东. 松嫩平原人工草地野大麦无性系冬眠构件的结构及形成规律[J]. 生态学报, 2004, 24(2):268-273.
- [21] 杨允菲,李建东. 东北草原羊草种群单穗数量性状的生态可塑性[J]. 生态学报, 2001, 21(5):752-758.
- [22] 杨允菲,李建东. 松嫩平原不同生境芦苇种群分株的生物量分配与生长分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(1):30-34.
- [23] 杨允菲,张宝田. 松嫩平原贝加尔针茅无性系构件的结构及生长规律[J]. 应用生态学报, 2005, 16(12):2311-2315.
- [24] 张经经,杨允菲,陈永强. 松嫩平原扁秆藨草种群生殖株构件表型可塑性及生长分析[J]. 草业科学, 2011, 28(11):1957-1961.
- [25] 杨允菲,张宝田. 松嫩平原人工草地野大麦无性系构件的生物量结构及生产规律[J]. 应用生态学报, 2004, 15(8):1378-1382.
- [26] 李海燕,李建东,徐振国,等. 内蒙古图牧吉自然保护区羊草种群营养繁殖特性的比较[J]. 草业学报, 2011, 20(5):19-25.

Structures and growth analysis of *Puccinellia tenuiflora* clone at the vegetative stage after fruiting in the Songnen Plains of China

ZHANG Chun-yan, ZHANG Chun-yu, CHEN Yu-jiao, LI Hai-yan, YANG Yun-fei
(Key Laboratory of Vegetation Ecology, Ministry of Education, Institute of Grassland Science,
Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Using a random sampling method, an entire tiller tuft was dug out of the soil at the vegetative stage after fruiting in a single dominant community, and the module structures and growth pattern of *Puccinellia tenuiflora* clones were quantitatively analyzed in the natural meadow in the Songnen Plains of China. The results showed that the total number of modules was 49.07 ± 29.74 , in which the jointing tillers was 53.3% and young tillers was 46.7%. The total biomass of clone was 2.54 ± 1.57 g, in which the jointing and the young tillers were 90.7% and 9.3%, respectively. With increase of tuft diameters, the number of jointing tillers and young tillers, the biomass of jointing tiller were all in a linear increase, while the total number of modules and the total biomass of clone were both increased by power function; and the biomass of young tillers was in a logarithmic function increase. In addition, the biomass of jointing tillers had a linear relationship with the number of jointing tillers, so was the total biomass of clone and the total number of modules. The relationship between the biomass and the number of young tillers was a power function. These correlation coefficients were all very significant ($P < 0.01$) each other.

Key words: *Puccinellia tenuiflora*; jointing tillers; young tillers; clone module; growth analysis

Corresponding author: YANG Yun-fei E-mail: yangyf@nenu.edu.cn