

半荒漠风沙区人工柠条群落生物量动态及经济性状分析

孙德祥¹, 李少雄², 钱拴提¹, 刘智宏¹, 韩刚³, 汶录凤¹

(1. 杨凌职业技术学院 林学系,陕西 杨陵 712100;2. 国家林业局三北局,银川 750001;

3. 西北农林科技大学 林学院,陕西 杨陵 712100)

摘要:根据柠条生长发育过程中的两个不同阶段,探讨了不同龄级柠条人工群落生物量的季节性动态,建立了生物量动态模型。调查和试验分析结果表明,柠条群落是毛乌素沙地西南部半荒漠风沙区较稳定的人工固沙植物群落。确定平茬萌芽更新是柠条群落更新的主要途径,可提高地上部分生物量,平茬最佳年龄为4 a生。采用半定位方法测定了柠条丛生物量(鲜重)可食与不可食部分之比及生物量的干鲜比及其营养成分。

关键词:半荒漠风沙区;人工柠条群落;生物量动态;营养成分

中图分类号:S718.556 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2005)02-0024-04

An Analysis on the Community Biomass Dynamics and Economic Characters of Artificial *Caragana intermedia* Community in Semi-desert Area

SUN De-xiang¹, LI Shao-xiong², QIAN Shuan-ti¹, LIU Zhi-hong¹, HAN Gang³, WEN Lu-feng¹

(1. Forest Department of Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Three-north Branch of National Forestry Bureau, Yinchuan 750001, China; 3. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

万方数据

Abstract: Based on two different growth periods, this paper discussed the seasonal trends about the artificial community biomass of *Caragana intermedia* with different age, established the model of biomass dynamics. The analytical results of investigation and experiments showed that *Caragana intermedia* was a more stable artificial sand-fixation plant community at the southwest part of Maowusu desert area. Sprouting was determined to be the main method of community renewing, may improve the biomass of the part on the ground, the best age of renew cutting is 4a. By the means of semi-stability, the ratios of edible part and non-edible part, dry and fresh parts of its biomass were tested, the nutrient components were given.

Key words: semi-desert area; community of artificial *Caragana intermedia*; biomass dynamics; nutrient components

自20世纪80年代以来,我国半荒漠风沙区开展了全面的土地沙漠化综合治理,形成了各种类型的人工固沙植物群落。对这些群落的稳定性程度、固沙作用和经济效益进行综合分析研究,寻求适宜该地区较稳定的人工固沙植物群落,并对建群种的经济性状进行分析,以期对该地区今后的植被恢复提供指导,为人工固沙植物群落的经营和管理提供理论依据。

1 研究区概况和研究方法

本研究在毛乌素沙地西南部的盐池县进行。该

区位于半荒漠风沙区,属典型的中温带大陆性气候,年降水量300 mm,蒸发量2 100 mm,干燥度3.1。年平均气温7.6℃,≥10℃积温2 945℃,无霜期120 d。地质构造上属于鄂尔多斯台地,地面经过长期剥蚀,形成波状起伏的高原地貌景观,流动沙丘和覆沙平地占总土地面积的79.79%,地表具有强烈的风蚀特征。地带性土壤为灰钙土,非地带性土壤主要是风沙土和盐碱土,土壤中沙物质丰富,其中0.5~0.1 mm物理性沙粒占82.9%,养分低,有机质含量(0~100 cm)仅0.137%~0.197%。

区内天然植被主要植物种有短花针茅(*Stipa*

收稿日期:2004-09-21 修回日期:2004-11-08

基金项目:国家林业局林业科学技术研究项目(2003-066-L66)

作者简介:孙德祥(1960-),男,山东烟台人,副研究员,主要从事林学和应用数学的教学和研究工作。

breviflora)、克氏针茅(*Stipa kryovii*)、达乌里胡枝子(*Lespedeza davurica*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)、白沙蒿(*Artemisia sphaerocephala*);人工植物群落的主要植物种有柠条(*Caragana intermedia*)、毛条(*Caragana korshinskii*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)和杨柴(*Hedysarum laeve*)。

考虑到立地、年龄、密度、平茬等各种因子,选择3~14 a生不同龄级柠条人工群落,设置标准地进行生物量和土壤水分测定以及群落特征调查,共设置标准地90块,每块标准地100 m²。从4月15日起至10月15日止,每15 d定期同步测定生物量、干鲜比、可食与不可食比和土壤水分。

在标准地内测定每丛柠条的丛高、冠幅(东西×南北)、地径,并计算其各自平均值,然后从中选取3株(或丛)接近各自平均数的标准株(或丛),从地面剪下测定生物量(鲜重),以此推算群落生物量(鲜重)。

取土深度100 cm,每20 cm为一样段,重复3次,计算100 cm深土层内水分平均值,用重量百分

万方数据

表1 人工柠条群落组成及其特征

Table 1 Components and characteristics of community of artificial *Caragana intermedia*

群落组成	建群种 柠条	伴生种		草本层	
		白沙蒿	黑沙蒿	植物种类	分布频度
群落年龄/a	3~14	3~5	3~5	赖草(<i>Leymus secalinus</i>)	61
群落高度/m	1.1~1.5	0.8~1.0	0.6~1.0	白草(<i>Pennisetum flaccidum</i>)	22
总盖度/%	50~65	10~15	5~7	短花针茅(<i>Stipa breviflora</i>)	15
密度/(×10 ⁻² 株/m ²)	110~165	10~15	5~7	无芒隐子草(<i>Cleistogenes mutica</i>)	8
地上部生物重/kg·hm ⁻²	6 490~9 050	120	92	蒙古冰草(<i>Agrophron mongolicum</i>)	6
				苦菜(<i>Ixeris chinensis</i>)	3
当年生枝、叶生物量/kg·hm ⁻²	980~1 500	—	—	沙蓬(<i>Agriophgllum pungens</i>)	4

由表1可知,人工柠条群落结构中,建群种有较高的生物量和盖度,并且有白沙蒿和黑沙蒿2种主要伴生种以及较复杂的草本层,使群落层次明显,构成了群落稳定的基础^[1]。

用各群落的建群种生物量、抗逆性、伴生种数量、草本层复杂程度、群落层次明显程度、总盖度等项指标,对4种群落的稳定性程度进行多指标数量化综合排序^[2],其排序为:柠条、杨柴、毛条、花棒;用各群落的建群种生物量、萌蘖性、植被盖度等项指标对4种群落的固沙作用进行排序,位次为:柠条、杨柴、花棒、毛条;用各群落的建群种生物量、营养成分、适口性等项指标对4种群落的经济效益进行排序,位次为:柠条、毛条、杨柴、花棒。分析结果表明人工柠条群落是半荒漠风沙区较稳定的群落。

比表示,土壤水分蒸发采用烘干法,计算公式为:

$$TW = (CW - HW) / HW \times 100\%$$

式中:TW为土壤含水量;CW为湿土重量;HW为干土重量。

干鲜比、可食与不可食比采用半定位方法测定,即在标准地内随机选取5个样丛,每样丛选平均枝3个,从地面剪下测定可食部分(粗0.3 cm以下的枝和叶)和不可食部分的鲜重。然后按比例(重量比)剪取枝的粗、中、细部分作为不可食部分的样品,按比例(重量比)取可食部分的样品(可食与不可食部分的样品均重复3次),烘干至恒重,分别称重,推算出可食和不可食部分的干物质重量。

2 结果与分析

2.1 人工柠条群落特征

经对柠条、毛条、花棒、杨柴这4种群落的稳定性程度、固沙作用和经济效益(主要是饲料价值)观测分析,以人工柠条群落(占总面积的60%)为最佳(表1、表6)^[5]。

2.2 人工柠条群落内土壤水分动态

土壤水分动态分析结果表明,群落内土壤含水率的动态变化规律与降水量和群落建群种的生长势有着密切的关系。5月15日以前,群落内的各种植物生长发育缓慢,对土壤水分的消耗不大,降水量是影响土壤含水量的主要因素,降水量增加土壤含水量亦增加(4月30日)。5月15日以后,群落内柠条和其它植物迅速生长,土壤水分进入高消耗期,伴随着气温的上升蒸发量也增大,耗水量远远超过降水补给量,这一阶段的土壤含水量很低。进入8月份,降水量达年内高峰值,土壤含水量才有所增加。从时间上讲,每年的10月份至翌年4月初为土壤水分贮蓄积累期,4月至9月为支出消耗期。在植物生长季内,4、5月份为本地区的干旱期,群落内土壤

平均含水量为 7.41% ;6 月份属重干早期,含水量为 5.76% ;7~9 月份属相对湿润期,含水量上升到 10.40% ,柠条在此阶段得以迅速生长(表 2)。当土壤处于干旱期时,柠条通过深层主根吸收土壤深层水分维持其生理需要;当土壤进入相对湿润期时,柠条利用强大的根系及发达的上层根系吸收土壤上层较高的水分,迅速生长,使生长量达当年最高值^[3,4]。

表 2 柠条根系分布情况

Table 2 Roots distribution conditions of <i>Caragana intermedia</i>							
树高 /m	地径 /cm	冠幅/m 东西×南北	根幅/m 东西×南北	主根 深/m	侧根 长/m	侧根分 布/cm	
1.32	1.33	1.46×1.57	3.2×5.8	4.1	0.8~2.6	25~64	

* 50 株平均值,主根数为 1。

2.3 柠条群落建群种的生物量动态

2.3.1 枝叶生物量($W_{枝}$)的季节性动态 柠条当年生枝叶生长主要发生在 5~9 月,但其生物量增长存在明显的季节性差异。从 4 月下旬开始积累,6 月下旬至 8 月中旬急剧递增,枝叶平均每 15 d 增长量为 64 g/丛(鲜重)。8 月中旬以后生物量增长趋缓,9 月底积累基本停止,10 月上旬停止生长。一般在 9 月下旬达最高峰,生物量 529 g/丛(鲜重)^[5]。

对 90 块标准地数据的统计,柠条当年生枝叶生物量的季节性动态可拟合得到如下动态模型^[6]:

$$W_{枝} = \frac{529}{1 + 1.0213e^{-0.5416t}} \quad r = -0.9264$$

式中: t 为从 4 月 15 日开始按 15 d 排列的顺序号如: $t=1$ 为 4 月 15 日; $t=2$ 为 5 月 1 日;...; $t=13$ 为 10 月 15 日)。经检验,模型的相关性极显著。

2.3.2 现存生物量($W_{现}$)的季节性动态 对柠条当年生枝、叶、花、果及多年生枝条的实测数据统计,得出其现存生物量季节性变化的动态模型为:

$$W_{现} = \frac{2386}{1 + 1.0221e^{-0.5306t}} \quad r = -0.9062$$

式中: $t=1,2,\dots,13$ 。模型的相关性极显著。

2.4 柠条群落建群种的经济性状分析

2.4.1 群落建群种的更新及对生物量的影响 人工植物群落的建群种能否正常自我更新,是群落稳定性程度的主要标志之一。在自然条件下,半荒漠风沙区的柠条群落靠自我种子发芽更新非常困难。然而,通过平茬,柠条均能很好地萌芽更新。

调查和试验结果表明,人工柠条群落生长第 3 a 生物量增加最迅速,第 4 a 后生物量增加缓慢,并出现枝条枯死现象(表 3),柠条的最佳平茬更新年龄应确定为 4 a 生;平茬更新促进了柠条植株的萌蘖

作用,可使萌条数量大幅度增加,并在平茬后第 2 a 萌条数量趋于稳定;平茬后的再生生物量与植株年龄和平茬前的生物量积累有关^[7],一般在平茬后的 1~2 a 期间内,枝条生长量低于未平茬植株的枝条生物量,平茬 3 a 后,生物量将逐渐大于未平茬植株(表 4),平茬是加速利用柠条灌丛的最好收获方式;平茬 1 a 后,柠条生长高度就接近平茬前的灌丛高度,且灌丛枝条高度较平茬前均匀,灌丛平均高度显著增加,平茬使柠条群落结构趋于合理。

表 3 柠条生物量与年龄的关系

Table 3 Relationship between biomass and age of <i>Caragana intermedia</i>								
年龄/a	1	2	3	4	5	6	7	8
生物量/ kg·hm ⁻²	1158	3029	6492	8741	8976	9022	8869	8786

表 4 柠条灌丛平茬后生物量逐年生长变化情况

Table 4 Yearly growth conditions of <i>Caragana intermedia</i> biomass after renew cutting						
平茬后 年龄/a	1	2	3	4	5	6
丛株数	25	26	26	26	26	26
生物量/ g·丛 ⁻¹	912.6	1747.2	2582.6	2894.7	3862.5	3987.3

* 平茬前丛株数为 5。

2.4.2 群落建群种生物量的干鲜比和可食与不可食比以及营养成分 柠条丛生物量(鲜重)可食部分与不可食部分之比的研究结果表明,8 月底比值达最高值,且 4 a 生时该比值较高(表 5),此时平茬可获得较高的可食部分生物量。8、9 月份比较接近,9 月底生物量的干鲜比值均略高于 8 月底,此时平茬可获得最大的生物量(干重)。

表 5 柠条丛生物量(鲜重)可食与不可食部分之比和生物量的干鲜比

Table 5 The ratios of edible and non-edible parts, dry and fresh parts of biomass of <i>Caragana intermedia</i>					
年龄	可食/不可食(鲜重) (8 月底)	干鲜比			
		8 月底		9 月底	
		可食	不可食	可食	不可食
3	0.444	0.434	0.584	0.472	0.635
4	0.461	0.457	0.588	0.543	0.646
5	0.431	0.467	0.611	0.545	0.665
6	0.433	0.483	0.615	0.643	0.679

经测定,柠条枝叶粗蛋白含量比较高(表 6),达到 16.149%,且 Cu、Fe、Mn、Zn 等元素的含量也比较高,是理想的饲料灌木树种^[8]。

3 结论与建议

群落结构调查以及稳定性程度、固沙作用和经

济效益的多指标数量化综合排序分析表明,柠条群落是半荒漠风沙区较稳定的人工植物群落。

表6 柠条营养成分

Table 6 Nutrient components of <i>Caragana intermedia</i>									
水分 /%	灰分 /%	粗纤维 /%	N /%	粗脂肪 /%	P /%	Ca /%	K /%		
7.48	7.11	31.50	2.5839	3.339	0.130	1.429	0.295		
可溶性 糖/%	Vc/mg ·L ⁻¹	Zn/mg ·L ⁻¹	Mn/mg ·L ⁻¹	Fe/mg ·L ⁻¹	Cu/mg ·L ⁻¹	粗蛋白/%	19种氨基酸 含量总计/mg·L ⁻¹		
3.25	14.76	93.8	48.8	1943.8	12.0	16.149	10.16		

人工柠条群落中,建群种柠条的枝叶生物量($W_{枝}$)的季节性动态模型为: $W_{枝} = \frac{529}{1 + 1.021 3e^{-0.541 6t}}, r = -0.926 4$;建群种柠条现存生物量($W_{现}$)的季节性动态模型为: $W_{现} = \frac{2 386}{1 + 1.022 1e^{-0.530 6t}}, r = -0.906 2$ 。

式中: t 为从4月15日开始按15 d排列的顺序数。
在适宜的年龄实施平茬更新可明显增加群落的生物量,人工柠条群落的最佳平茬更新年龄为4 a生。这方数据为人工柠条群落成为理想的饲料源奠定了基础。

建群种柠条比较高的粗蛋白含量,说明将其用

做饲料灌木树种是合理的;其丛生物量(鲜重)可食部分与不可食部分之比,8月底达最高值,若用做鲜饲料,此时平茬效益最好,且应该在该比值最高的4 a生时实施平茬(这与柠条的最佳平茬更新年龄是一致的),效益会更好;其可食部分与不可食部分生物量的干鲜比值,9月底达最高值,若用做干饲料,应该在这一季节平茬,可获得最大的生物产量。

参考文献:

[1] 陈山. 中国草地饲用植物资源[M]. 沈阳:辽宁民族出版社, 1994. 109-112.
[2] 郭耀煌. 综合评价与排序[J]. 系统工程理论与实施, 1990 (2):26-30.
[3] 孙德祥,魏玉梅. 半荒漠风沙区土地沙漠化生物整治技术的研究[J]. 中国沙漠,1997,17(2):1941-198.
[4] 陆永华. 盐池半荒漠风沙区几种天然牧草产量动态与环境因子关系研究[J]. 干旱资源与环境,1995,9(2):33-41.
[5] 孙德祥. 宁夏沙地主要灌木饲料林树种经济性状分析[J]. 中国沙漠,1995,15(1):92-95.
[6] 王学萌,罗建军. 灰色系统预测决策建模程序集[M]. 北京:科学普及出版社,1986. 33-61.
[7] 姜凤歧. 沙地灌丛改造利用途径的研究[M]. 北京:科学出版社,1990. 21-24.
[8] 王北. 宁夏沙地主要饲料灌木营养分析[J]. 林业科学研究, 1992(5):98-103.

(上接第17页)

济、社会三大效益兼顾和共同提高,才能真正实现陕北榆林风沙区生态、经济、社会的协调可持续发展和综合效益的稳步提高。

参考文献:

[1] 孙保平. 荒漠化防治工程学[M]. 北京:中国林业出版社,

2000, 378-423.
[2] 周心澄,李广毅,薛智德,等. 毛乌素沙地生态经济型防护林体系效益研究[J]. 水土保持研究,1995,2(2):36-69.
[3] 高保山,张曦,李广毅,等. 榆林沙地金鸡滩工矿区植被建设生态效益研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(增刊):40-45.