

晋西北风沙源治理区柠条生长规律研究

黄革新¹, 武秀娟², 奥小平²

(1. 山西省科技情报研究所, 太原 030001; 2. 山西省林业科学院, 太原 030012)

摘要:以晋西北风沙源治理区五寨县柠条解析资料为基础进行回归分析,确定柠条枝径、枝高的最优生长模型,并用实测数据绘制枝径、枝高的连年生长量和平均生长量曲线,进行生长分析,结果表明,晋西北风沙源治理区柠条枝径以韦布尔模型为最优,枝高以坎派兹模型为最优,3 a<树龄<8 a时,柠条的生长速率相对较快;枝径连年生长量和平均生长量均在8 a时增加迅速,枝高连年生长量和平均生长量最大值出现时间均较枝径提早,分别出现在4 a和6 a时。

关键词:柠条;生长分析;生长模型;风沙源治理区

中图分类号:S727.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2015)06-0129-04

柠条(*Caragana Korshinskii*)为锦鸡儿属,豆科灌木类植物^[1],因对土壤要求不严,极耐干旱瘠薄,是风沙区防风固沙的优良树种^[2]。五寨县地处晋西北黄土高原,属京津风沙源治理工程建设区,目前柠条种植面积已达4.46万hm²,成为当地防风固沙、保持水土的重要植被^[3]。对当地柠条的研究主要涉及土壤水分变化^[4]及生理特性与抗寒性^[5],而由于长期以来对柠条灌木林分的生长过程缺乏定量和定性描述,不能对其实行合理的经营决策,造成了林地生产力低下,轮伐期过长,严重影响了其经济、生态和社会效益的发挥^[6]。本研究对晋西北风沙源治理区人工柠条枝径、枝高的生长模型进行拟合,分析柠条枝径、枝高的生长规律,以期充分发挥晋西北风沙源治理区柠条生长潜力,合理开发柠条灌木林资源提供理论依据和技术支持。

1 研究区概况

研究地设在山西北部五寨县,属晋西北风沙源治理区,地理位置111°28′-113°00′ E, 38°44′-39°17′ N,典型的亚寒大陆性气候^[7],无霜期100-120 d,年均气温4.1-5.5℃,年降雨量448 mm^[8],该区主要树种有华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)、云杉(*Picea aspoerata*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、柏树(*Platycladus orientalis*)、山杨(*Populus davidiana*)等,灌木有柠条、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等。

2 研究方法

在五寨县人工种植柠条灌木林分的典型地段采用10 m×20 m的面积进行样地设置,调查样地立地条件、地形因子等情况并进行记录,通过对样地内柠条进行检尺,以株高、基径、冠幅的平均值为基准,选择标准丛,从中选择年龄最大枝条中最接近平均高的枝条作为标准枝,进行室内解析。选择不同的数学模型,通过回归分析,分别拟合出五寨县柠条枝径、枝高生长的最优数学模型;通过实测枝径、枝高的连年生长量与平均生长量,分析柠条的生长规律。

生长方程的建立通过SigmaPlot 10.0和SPSS 16.0软件进行,选取逻辑斯蒂、理查德、苏玛克、韦布尔、坎派兹、高斯和二次曲线7个生长方程作为柠条生长的备选模型,分别将柠条枝解析枝径、枝高、材积数据进行拟合,通过回归分析,求出各参数值,决定系数最大,残差平方和最小的生长方程确定为柠条的生长模型。

3 结果与分析

3.1 枝径、枝高生长模型的确立

3.1.1 枝径生长模型

根据表1中枝径的7种生长模型拟合结果看出,所有模型的决定系数 R^2 均达到0.99以上,经显著性检验发现,所有模型方程均能显著描述晋北柠条枝径与树龄的关系($p<0.05$)。但其中韦布尔模型的决定系数最大,且残差平方和最小,说明其拟合效果最好,即确定韦布尔模型为晋西北风沙源治理区柠条枝

收稿日期:2015-03-23

基金项目:山西省国际科技合作项目(2012081001-3)。

作者简介:黄革新(1964—),男,江苏徐州人,山西省科学技术情报研究所,工程师,研究方向:生态环境恢复。

径的最适生长模型。

表 1 柠条枝径生长模型拟合结果

数学模型	拟合曲线	决定系数 R^2	残差平方和
逻辑斯蒂	$Y = \frac{58.8928}{1 + (\frac{X}{15.2873})^{-1.4891}}$	0.997 4	1.035
理查德	$Y = 28.333 \times (1 - 0.018 \times e^{-0.241X})^{207.596}$	0.998	0.611
舒玛克	$Y = 72.625 \times e^{\frac{-16.576}{X+3.080}}$	0.998	0.902
韦布尔	$Y = 23.4400 \times [1 - e^{-(\frac{X-6.0005+10.0802 \ln 2.7856}{10.0802})^{2.7856}}]$	0.998 8	0.477
坎派兹	$Y = 28.2765 \times e^{(-e^{-\frac{X-5.4649}{4.1372}})}$	0.998 5	0.610
高斯	$Y = 20.1449 \times e^{[-0.5 \times (\frac{X-10.7008}{4.4689})^2]}$	0.998 1	0.775
二次曲线	$Y = -1.1683 + 2.0363X + 0.0148X^2$	0.995 6	1.744

3.1.2 枝高生长模型

表 2 中枝高的 7 种生长模型拟合结果可看出,除高斯和二次曲线外,其余 5 种模型的决定系数 R^2 均达到 0.99 以上,其中逻辑斯蒂、理查德和坎派兹模型的决定系数均达 0.999 以上,但相较而言,坎派兹模

型的决定系数稍大于其他两种,且其残差平方比逻辑斯蒂模型的小,可见,坎派兹模型的拟合效果最好,确定其为晋西北风沙源治理区柠条枝高的最适生长模型。

表 2 柠条枝高生长模型拟合结果

数学模型	拟合曲线	决定系数 R^2	残差平方和
逻辑斯蒂	$Y = \frac{2.7678}{1 + (\frac{X}{4.5829})^{-3.4948}}$	0.999 0	0.009
理查德	$Y = 2.671 \times (1 - 0.007 \times e^{-0.569X})^{1233}$	0.999 0	0.008
舒玛克	$Y = 4.197 \times e^{\frac{-3.948}{X-1.006}}$	0.993	0.058
韦布尔	$Y = 2.5713 \times [1 - e^{-(\frac{X-4.4615+4.6223 \ln 2.3283}{4.6223})^{2.3283}}]$	0.998 7	0.011 9
坎派兹	$Y = 2.6707 \times e^{[-e^{-\frac{X-3.8590}{1.7570}}]}$	0.999 1	0.008
高斯	$Y = 2.6291 \times e^{[-0.5 \times (\frac{X-8.7251}{3.3610})^2]}$	0.983 3	0.148
二次曲线	$Y = -0.7197 + 0.5616X - 0.0220X^2$	0.973 4	0.236

3.2 枝径、枝高生长分析

3.2.1 枝径生长分析

晋西北风沙源治理区柠条枝径随年龄的增长呈显著的“S”型曲线,树龄 < 2 a 时,枝径生长较慢,之后枝径生长增快,树龄 > 9 a 时,枝径增速再次减慢,10 年时枝径达 20 mm(图 1-A)。在树龄 < 8 a 时,连年生长量和平均生长量均迅速增加,连年生长量表现得尤为明显,且两者均在 8 a 时达到最大值,分别为 2.8 mm 和 2.1 mm,随后开始减慢,10 a 时枝径的连

年生长量与平均生长量分别降至 1.4 mm 和 2.0 mm(图 1-B)。

3.2.2 枝高生长分析

晋西北风沙源治理区柠条枝高随年龄的生长表现与枝径一致,呈显著的“S”型曲线,树龄 < 2 a 时,枝高生长量相对较慢,第 3 a 开始枝高生长迅速,7 a 之后生长趋于稳定,10 年时枝高达 2.58 m(图 2-A)。在树龄 < 2 a 时,柠条枝高的连年生长量和平均生长量均增长缓慢,连年生长量在 3 a \leq 树龄 \leq 4 a 时增长

量较快,且在4 a时达最大值0.60 m;平均生长量在3 a \leq 树龄 \leq 6 a时增长量较快,且在6 a时达最大值0.33 m,之后两者均开始衰减,10 a时枝高的连年生

长量和平均生长量分别减小至0.05 m和0.25 m(图2-B)。

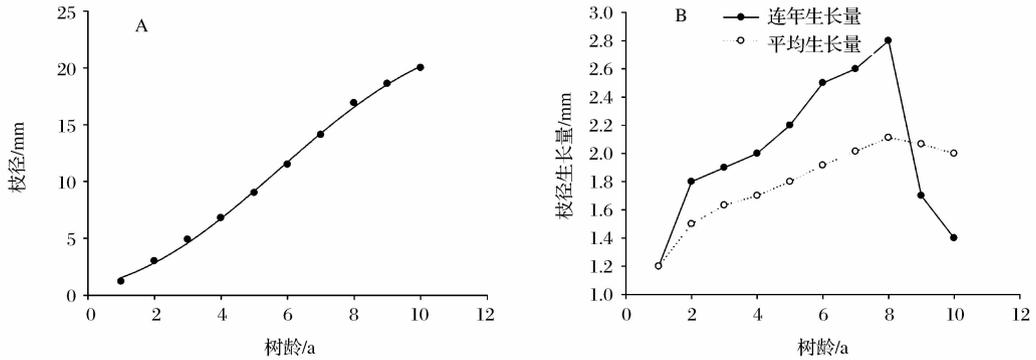


图1 柠条枝径生长过程曲线及生长量曲线

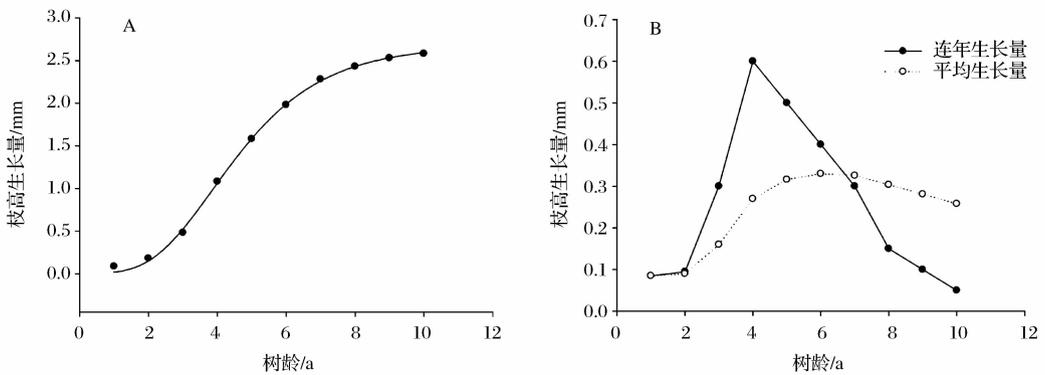


图2 柠条枝高生长过程曲线及生长量曲线

4 结论

研究所拟合的各模型精度均较高,但用于晋西北风沙源治理区柠条枝径生长的模型以韦布尔生长模型为最佳,枝高生长模型以坎派兹模型为最佳,两模型可用于晋西北风沙源治理区柠条的生长过程预测和今后柠条林的生产经营。

晋西北风沙源治理区柠条枝径的连年生长量和平均生长量均在8 a时达到最快,分别达2.8 mm和2.1 mm;枝高连年生长量和平均生长量最大值出现时间均较枝径提早,分别出现在第4 a和第6 a。可见,晋西北风沙源治理区柠条在前8 a枝径和枝高生长速率较大,在此时间内进行柠条的人工干预有助于延长柠条灌木林的速生期,保证林地拥有最大的生产力。

参考文献

[1] 贾丽,曲式曾. 豆科锦鸡儿属研究进展[J]. 植物研究, 2001,

21(4):515-518.

[2] 潘韶,赵金荣. 柠条的效益与栽培技术[J]. 中国水土保持, 1983(4):59-62.

[3] 徐俊伟. 五寨县柠条生产加工机械与技术的开发试验[J]. 当代农机, 2010(12):68-69.

[4] 梁海斌,史建伟,牛俊杰. 晋西北黄土丘陵区不同林龄柠条土壤水分变化特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(6):143-148.

[5] 王志会,夏新莉,尹伟伦. 不同种源的柠条锦鸡儿的生理特性与抗寒性[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(9):27-29, 32.

[6] 程积民,胡相明,赵艳云. 黄土丘陵区柠条灌木林合理平茬期的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(2):196-200.

[7] 马子平,王俊杰,李军伟. 五寨县近50年气候特征分析[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(4):153-154.

[8] 张薇. 山西五寨柠条土壤微生物多样性及其耐盐基因功能研究[D]. 北京:中国农业大学, 2006.

Research on the Growth Characteristics of *Caragana Korshinskii* in Controlling Area of Wind and Sand Source of Northwestern Shanxi

HUANG Ge-xin¹, WU Xiu-juan², AO Xiao-ping²

(1. Institute of Science & Technology Information of Shanxi Province, Taiyuan 030001, China;

2. Shanxi Academy of Forestry Science, Taiyuan 030012, China)

Abstract: Based on the data of the analytical trees in controlling area of wind and sand source of Northwestern Shanxi, appropriate growth regularity models of branch diameter and branch height were established by using SPSS 16.0 and Sigmaplot 10.0 software. The average increment and current annual increment curves were obtained to analyze the growth regularity. The results showed that the Weibull model could fit the growth process of branch diameter precisely, whereas Gompertz model was the optimal model for the growth process of branch height. The growth rate was relatively high when the trees were between 3 and 8 years old. The current annual increment and average increment of branch diameter increased apparently at the year of 8, the highest value of the current annual increment and average increment of branch height was earlier than those of branch diameter.

Key words: *Caragana Korshinskii*; growth analysis; growth model; controlling area of wind and sand source