

# 樟子松苗木生长规律研究

康博文, 刘建军, 李文华, 屈 远

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:** 为培育根系发达、生长健壮的樟子松苗木提供依据和参考,在陕北毛乌素沙地对樟子松苗木地上、地下生长规律及其关系进行了研究。结果表明,在苗圃中 1~5 a 生樟子松苗木高度、生物量、地径和主根长度生长都呈现明显的节律性,苗木高度、地径随苗龄呈 Logistic 增长,苗木地上、地下生物量以及主根长度与苗龄呈指数函数关系;苗木地上部与地下部相比,在生物量中所占比例随苗龄增加呈上升趋势,由第 1 年的 50.0% 逐渐上升到第 5 年的 80.0%。

**关键词:** 樟子松; 苗木; 生长规律

中图分类号: S791.253.01      文献标识码: A      文章编号: 1001-7461(2009)01-0074-04

Studied on the Growth Regularity of *Pinus sylvestris* var. *monglica* Needling

KANG Bo-wen, LIU Jian-jun, LI Wen-hua, QU Yuan

(College of Forest, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** For the aims of providing references for cultivating healthy *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* seedling with developed root system, the growth regularity of aboveground and underground part and their relationship were studied in Maowusu sandy area in the north of Shaanxi. The results showed that the growth of height, biomass and ground diameter of 1~5-year-old seedlings showed obvious growth thymthm. the corresponding curves were Logistic function for seedling height and ground diameter, exponential function for aboveground biomass, underground biomass and main root length. Compared with underground, percentage of aboveground biomass increased annually, from 50.0% of first year to 80.0% of fifth year.

**Key words:** *Pinus sylvestris* var. *monglica*; seedling; growth; regularity

樟子松(*Pinus sylvestris* var. *monglica*)又称海拉尔松,为松科松属常绿乔木,天然分布于我国大兴安岭和呼伦贝尔沙地草原,树干通直,材质优良,木材力学强度较大,耐腐力强、易加工、易干燥,油漆性良好,是良好的建筑、造船、家具、木纤维工业原料等用材。加之,耐旱、耐寒、耐贫瘠,抗风力能力强,生长迅速,结实丰富,育苗容易,因而不但受到了林业生产部门的广泛重视,也受到林业科技工作者的普遍关注,自 1955 年辽宁章古台首先引种治沙造林以来,我国东北、华北、西北等地先后广泛引种、栽植,取得了非常好的效果,在陕北毛乌素沙地经多年造林实践也逐渐成为绿化造林首选骨干树种之一。

科技工作者分别从天然分布<sup>[1]</sup>、生长规律与适应性<sup>[2~5]</sup>、叶片养分含量及其再吸收率<sup>[6,7]</sup>、根系分布特征、适应性及其对土壤的影响<sup>[8,9]</sup>、人工林分枝结构<sup>[10]</sup>、树冠结构<sup>[11]</sup>、生物生产力与密度的关系<sup>[12]</sup>、林下土壤养分、微生物及酶活性<sup>[13]</sup>、土壤磷素转化根际效应<sup>[14]</sup>、造林及管理技术<sup>[15]</sup>等方面进行了研究,取得了大量研究成果。但是这些研究基本都以栽植后或成林树木为对象,而对樟子松苗木地上、地下生长及其关系研究不多。为了揭示樟子松苗木早期生长特性,为培育生长健壮、根系发达的苗木提供依据和参考,对人工幼龄苗木地上部、地下部生长状况进行了观察测定。

收稿日期: 2008-04-15    修回日期: 2008-06-20  
基金项目: 国家林业局 948 项目(2006-4-10)  
作者简介: 康博文,男,高级工程师,主要研究方向森林生态学。

# 1 研究方法

## 1.1 试验地概况

试验在陕西省榆林市榆阳区小纪汗林场进行,地理坐标 37°49'12"E,108°58'15"W,属毛乌素沙漠南缘,地势开阔平坦,沙丘连绵不断,土壤为风沙土。中温带干旱大陆性季风气候,四季分明,雨热同季,日照充足,生长季较短,干旱、冰雹和霜冻等气象灾害频繁发生,冬春漫长寒冷少雨多风沙,年日照 2 900 h,无霜期 155 d,年均气温 8.1℃,极端最高、最低气温分别为 38.6℃和-32.7℃,年降水量 414 mm,蒸发量 160 mm,7~9 月降水量占全年的 60%~70%。

## 1.2 研究方法

1.2.1 取样方法 从苗圃分别选取生长正常、大小均匀、无病虫害等危害、有代表性的 1~5 年生樟子松苗木各 30 株,小心起苗保证根系完整,带回实验室后,用水轻轻将泥土冲洗干净,放置阴凉处,用吸水纸将植株表面水分吸干,用于测定。

1.2.2 项目方法 供试苗木按地上、地下部分别测定,包括地上、地下生物量、苗高、地径、主根长等。用卷尺测定苗高、主根根长,游标卡尺测定地径,烘干称重法测定生物量,样品在 60~80℃下烘干 12 h,冷却后立即取出,用感量 1/1 000 电子天平称重,供试 1~3 年生苗木全部用于烘干称重,4、5 年生苗木,按叶、枝干、根系分别称取鲜重并取样、烘干(主干、主根截成 10 cm 左右的小段),每样品鲜重 100 g,重复 3 次。

1.2.3 数据整理与计算 测试指标按算术平均法求得,4、5 年生苗木地上、地下部各器官生物量用样品干鲜比率(干重/鲜重)与鲜重折算。用 DPS 3.01 分析软件对数据进行分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 地上部生长

2.1.1 苗木高度生长 樟子松 1~5 年生苗木高度随着苗龄的增加而增加(图 1),生长第 1、2 年苗木高度生长缓慢,第 3 年以后生长加快,符合 Logistic 曲线,苗木高度( $y$ )与苗龄( $x$ )关系式为  $Y=79.0382/(1+EXP(6.1119-1.9867X))$  ( $R^2=0.9991, F=1\,096.507, P=0.0009$ )。同时,高度年生长量在第 1~5 年呈现由高到低再到高的过程,亦即在第 1 年仅生长 3.2 cm,第 2 年为 4.5 cm,第 3 年、第 4 年苗高生长分别为 29.37、31.1 cm,第 5 年则有所下降为 9.3 cm。表明樟子松苗木高度生长有一定的节律性,生长第 1 年种子萌发、幼苗生长一段时间后,种子中的营养消耗殆尽,苗木生长完全依赖自身制造和从土壤中吸收的养分,而这时苗木幼

小,叶量小,光合形成和贮存的有机物少,苗木生长就慢,第 3 年以后,光合和吸收器官逐渐强大,苗木高度生长也就加快,到了第 5 年,苗木分枝增多,枝条及茎加粗,消耗和贮存更多的养分,可能会一定程度影响苗木高生长。

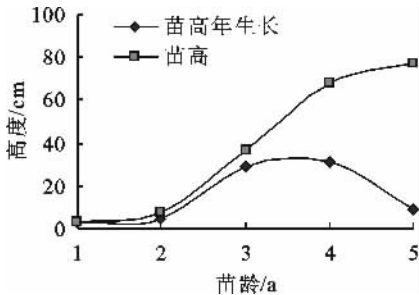


图 1 樟子松苗木高度生长

Fig. 1 Height change curve of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seedling

2.1.2 苗木地径生长 樟子松 1~5 年生苗木地径随着苗龄的增加而持续增长(图 2),符合 Logistic 曲线,苗木地径( $y$ )与苗龄( $x$ )关系式为  $Y=2.5433/(1+EXP(5.2284-1.5919X))$  ( $R^2=0.9993, F=1\,438.81547, P=0.00069$ )。地径年生长量在第 1~5 年呈现由高到低再到高的过程,亦即第 1、2 年地径生长量较小,分别为 0.06 cm 和 0.20 cm,生长第 3、4 年明显加快,分别达到 0.76 cm 和 0.88 cm,第 5 年又稍微下降,为 0.53 cm,这是由于随着苗龄增长,植株光合面积增加,制造和贮存的有机物增多,植株地径增大,可是随地径增大,植株体积会呈级数增加,这样尽管生物量呈指数函数增加并未达到足够大时,这样地径伴随苗龄增大的同时,年增长量就可能会下降。

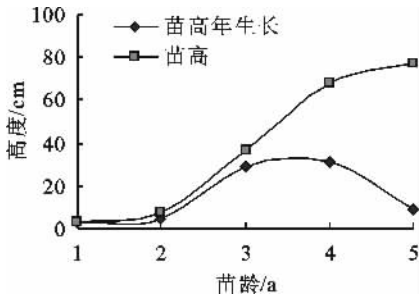


图 2 樟子松苗木地径生长

Fig. 2 Ground diameter change curve of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seedling

2.1.3 生物量变化 生物量是苗木生长过程中干物质的积累量,反映了第一性生产量的时间积累效应。从表 1 可看出,樟子松苗木地上生物量在前 2 年生长缓慢,年增加量生长第 1、2 年为 0.05 g/株和 0.68 g/株,第 3 年以后开始迅速增加,进入速生期,第 3~5 年的增加量依次为 11.19、83.72 和 212.08 g/株。地上生物量( $Y$ )与苗龄( $X$ )呈指数函数关系:

$Y=0.825\ 691e^{1.1115X}(R^2=0.990\ 6,F=315.417\ 3,P=0.000\ 4)$ 。地上生物量中叶是主要部分,叶/枝比例大于1,呈由高到低再到高的趋势,即由最高的3.14(第1年)逐渐降到最低的1.23(第3年),以后又逐步上升到第5年的1.86,说明植株光合形成的有机物主要用于叶的形成,有利于光合形成更多的有机物和植株的生长,也会促进樟子松各部分生物量的增加。

表 1 樟子松苗木地上部生物量

Table 1 Aboveground biomass of *Pinus sylvestris* var. *monglica* seedling

指标	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生
叶/g	0.04	0.46	6.18	47.50	138.04
枝/g	0.01	0.22	5.01	36.22	74.04
合计/g	0.05	0.68	11.19	83.72	212.08
叶/枝	3.14	2.15	1.23	1.31	1.86

2.2 苗木地下部生长

2.2.1 主根长度生长 樟子松 1~5 a 生苗木主根长度变化如图 3 所示,可以看出,主根长度随着苗龄的增加不断伸长。根长(Y)与苗龄(X)呈指数函数( $y=18.222\ 1e^{0.12683x},R^2=0.973\ 8,F=111.458\ 2,P=0.001\ 8$ ),主根长度生长量第1年最大,为21.8 cm,第2年剧烈下降至1.3 cm,以后又小幅增加,第3~5 a 依次为2.6、4.1、5.3 cm,和樟子松为浅根性树种的结论<sup>[9]</sup>相一致,可以看出,在试验期内第1年是根系增加最大的时期。

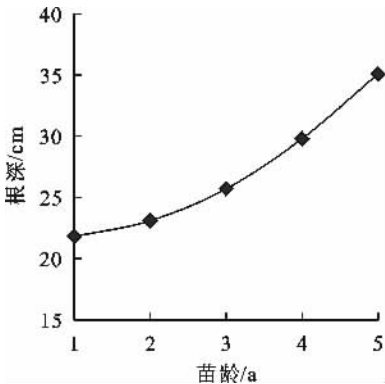


图 3 樟子松苗木根系深度生长变化

Fig. 2 Main root length curve change of *Pinus sylvestris* var. *monglica* seedling

2.2.2 地下部生物量 樟子松苗木地下部(根系)生物量随苗龄增长而增加(表 2,图 4),生物量(Y)与苗龄(X)呈指数函数关系  $Y=0.684\ 133e^{0.897597X}(R^2=0.949\ 4,F=56.276\ 5,P=0.004\ 9)$ ,可以看出,与地上部分一样地下部生物量生长第1年由“0”开始增加,随苗龄的增加不断增大,呈指数函数曲线。生长地下部生物量由“0”开始增加到第1、2年较小,分别为0.05 g和0.23 g,第3年以后明显加

大,第3~5年分别为2.65、27.28、22.80 g。主根与侧根的比例随苗龄呈升高趋势,生长第1、2年都小于1,生长第3年以后大于1,并逐渐上升到第5年的1.49,表明生长第1、2年侧根是贮存有机物的主要器官,第3年以后主根的主导地位却越来越突出。这可能是植物适应环境的一种表现,生长第1、2年根系尚欠发达,较多的侧根有利于从土壤中吸收养分和水分,对植株生存有利,这是由于樟子松苗木叶量随着苗龄增加而增加,制造和输送到地下部的有机物增多,促进地下部生物量的增加,到一定程度后,也就是地下部生长达到一定程度后,植株生长中心可能会开始转移到地上部,制造更多的有机物利于植物生长和生存,这时地下部生物量的增加就会放慢。

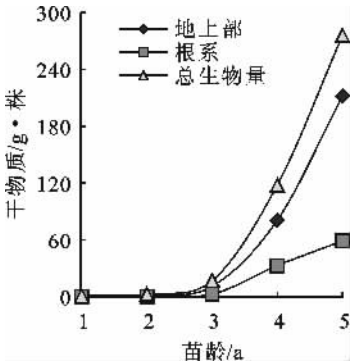


图 4 樟子松苗木干物质变化

Fig. 4 Dry weight change curve of *Pinus sylvestris* var. *monglica* seedling

表 2 樟子松苗木地下部生物量

Table 2 Underground biomass of *Pinus sylvestris* var. *monglica* seedling

指标	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生
主根/g	0.02	0.12	1.74	17.91	31.72
侧根/g	0.03	0.16	1.18	12.29	21.28
合计/g	0.05	0.28	2.92	30.20	53.00
主根/侧根	0.68	0.72	1.45	1.46	1.49

2.3 地上部与地下部生长关系

由表 3 可见,樟子松 1~5 年生苗木地上部所占比例随苗龄增加呈上升趋势,第1年最低为50.0%,第2年明显上升,第3~5年虽仍一直提高,但幅度较小,基本稳定在79.0%~80.0%之间。生物量年增加方面,地上部所占比例第1年最低(50.0%),第5年最高(84.9%),且除第1年与地下部相等外,其余各年介于72.7%~84.9%之间,都大于地下部,表明地上部分不但是有机物的合成中心,也是贮存中心。相反地下部分的地位却在逐渐下降,这是植物适应环境的结果和表现:植物生物量的积累主要依赖于地上部有机物的合成,地上生物量尤其是叶

生物量的快速增加可以增加光合面积,对植株生长有利,可是在幼苗初期,个体弱小,抗逆能力较差,而在土壤环境条件变异幅度和频度小于大气的情况下,地下部的较快生长,既可以减轻或避免不良环境变化对苗木生长和生存的不利影响,也有利于利用和吸收土壤水分和养分。当植株生长到一定程度后,地上部生长中心的地位就会更突出。

表 3 樟子松苗木地上部地下部结构

Table 3 Structure of aboveground and underground part of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seedling

	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	5 年生
生物量/g	0.10	0.96	14.11	113.92	265.08
地上部/%	50.0	70.8	79.3	79.5	80.0
地下部/%	50.0	29.2	20.7	20.5	20.0
生物量增加/g	0.10	0.86	13.15	99.81	151.16
地上部/%	50.0	73.3	79.9	72.7	84.9
地下部/%	50.0	26.7	20.1	27.3	15.1

3 结论与讨论

苗木生长节律既是其生物学特性的表现,也受土壤结构、水分、养分等环境因素的影响。在陕西榆林毛乌素沙地苗圃 1~5 年生樟子松苗木高度、地上生物量、地径、主根长度生长都呈现明显的节律性,苗木高度、地径分别随苗龄增加呈 Logistic 模型增长,苗木地上生物量、地下生物量及主根长度随苗龄呈指数函数增加。它们的年生长量增加值,前 1、2 年都较小,第 3 年以后明显加快,其中高度、地径和地下生物量第 4 年最大,地上生物量第 5 年最大。王晶莹等人研究表明和苗圃土相比,以苗圃土+腐殖土+农家肥等配置的营养土可以显著促进 1 年生油松苗木的高度、生物量和成活率<sup>[16]</sup>。为了充分利用苗木生长规律,培育樟子松优质苗,研究苗木对培养基质结构、养分等因素的响应,尤其是在 1~3 年生幼苗阶段的养分、水分栽培管理措施很有必要。

植物地下部分与地上部分干重或鲜重的比值,能反映植物的生长状况,以及环境条件对地上部与地下部生长的不同影响。根系发达而深扎,地下部所占比例越大,越抗旱,否则抗旱性相对较差<sup>[17]</sup>。1~5 年生樟子松苗木地上部与地下部相比,在生物量中所占比例随苗龄增加呈上升趋势,第 1 年为 50.0%,低于油松(*P. tabulaeformi*)的 68.5%和奥地利黑松(*P. nigra* var. *austriaca*)的 77.5%(1 年生)<sup>[18]</sup>,并逐渐上升到第 5 年的 84.9%,不但与其天

然分布于水热条件较差的大兴安岭和呼伦贝尔沙地草原,具有较强抗旱能力等特性相一致<sup>[1]</sup>,也说明苗期不同苗龄生长中心不同,育苗过程中,应抓住第 1 年根系生长关键期,采取控制土壤水分等措施,促进其快速生长,以后以促进地上部生长为主攻方向,带动地下部生长,协调地上部地下部关系,培育根系发达、生长健壮的壮苗。

参考文献:

[1] 康宏樟,朱教君,李智辉,等. 沙地樟子松天然分布与引种栽培[J]. 生态学杂志,2004,23(5):134-139.

[2] 雷泽勇,张学丽,周凤艳,等. 沙地樟子松抗旱性的研究[J]. 林业科技通讯,1996(1):6-8.

[3] 李胜功. 樟子松沙地适应性的初步研究[J]. 中国沙漠,1994,3(14):60-67.

[4] 格日勒,斯琴毕力格,金荣,等. 毛乌素沙漠引种樟子松生长特性的研究[J]. 干旱区资源与环境,2004,9(5):159-162.

[5] 赵思金,张咏新. 章古台沙地不同立地樟子松生长状况分析[J]. 辽宁农业职业技术学院学报,2005,(2):3-6.

[6] 曾德慧,陈广生,陈伏生,等. 不同林龄樟子松叶片养分含量及其再吸收效率[J]. 林业科学,2005,41(9):21-27.

[7] 朱教君,谭辉,康宏樟,等. 沙地樟子松天然林和人工林中针叶养分含量比较[J]. Journal of Foresrey Research,2006,17(3):177-184.

[8] 张锦春,汪杰,李爱德,等. 樟子松根系分布特征及其生长适应性研究[J]. 防护林科技,2000,9(3):46-49.

[9] 苏芳莉,刘明国,郭成久,等. 沙地樟子松根系垂直分布特征及对土壤的影响[J]. 中国水土保持,2006(1):20-22.

[10] 肖锐,李凤日,刘兆刚,等. 樟子松人工林分支结构的分析[J]. 植物研究,2006,7(4):490-496.

[11] 刘兆刚,刘继明,李凤日,等. 樟子松人工林树冠结构的分形分析[J]. 植物研究,2005,10(25):465-470.

[12] 增武,丁先山,李成烈,等. 樟子松人工林生物生产力与密度的关系[J]. 东北林业大学学报,2000,28(1):21-24.

[13] 杨涛,徐慧,方德华,等. 樟子松林下土壤养分、微生物及酶活性的研究[J]. 土壤通报,2006,37(2):253-257.

[14] 赵琼,曾德慧,于占源,等. 沙地樟子松人工林土壤磷素转化的根际效应[J]. 应用生态学报,2006,17(8):1377-1381.

[15] 赵玉林,任巧燕,吴永宏,等. 玉林沙区樟子松种子园建立及经营技术[J]. 陕西林业科技,2006(2):87-88.

[16] 王晶莹,温阳,闫桂喜. 油松容器育苗营养土配制技术试验[J]. 内蒙古林业科技,2006,32(4):8-10.

[17] 林艳,杜平,张全峰,等. 国内林木抗旱抗旱性评定的主要指标及方法[J]. 河北林业科技,2000(6):10-12.

[18] 周永学,樊军锋,杨培华,等. 奥地利黑松与油松 1 年生苗生长和生物量对比分析[J]. 浙江林学院学报,2003,20(4):438-441.