

干旱阳坡侧柏造林成活率及幼林生长规律的研究

薄颖生, 魏凌云, 张顺正, 程玉峰

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 侧柏在干旱阳坡植苗造林的最适期为春季气温稳定在 $10^{\circ}\text{C} \sim 17^{\circ}\text{C}$ 之间, 提前或推后栽植均会降低造林成活率。幼林年生长有一个低谷期和 2 个峰期, 其分界在 7 月上、中旬, 且前期生长量大于后期; 生长期降雨对生长有促进作用, 高温对生长有抑制作用; 侧柏虽耐干旱, 但对水分需要量大于热量; 对降雨反应敏感, 反应速度约 10 d 时间。

关键词: 侧柏; 造林成活率; 年生长规律; 水分; 热量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)01-0021-04

中图分类号: S791.380.1

Afforestation Survival Rate and Juvenile Growth Characteristics of *Platycladus Orientalis* on Arid Southern Mountain Slopes

BO Ying-shen, WEI Ling-yun, ZHANG Shun-zheng, CHENG Yu-feng

(College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: Spring is the most suitable season for *Platycladus orientalis* growth on arid southern mountain slopes. The ideal temperature range is from 10°C to 17°C . If the species is planted earlier or later than the optimal season, the afforestation survival rate is lowered. Annual growth of juvenile trees exhibits one slow stage and two fast stages. Stage boundaries are the first 10-day period and the mid-summer, in this case mid-July, with growth greater in the earlier stage than in the latter stages. Rainfall may simulate growth but high temperatures restrain growth. That is, although the *Platycladus orientalis* can endure aridity, growth is promoted more by moisture than optimal temperature. The species responds sensitively to rainfall, usually over 10 days.

Keywords: *Platycladus orientalis*; afforestation survival rate; annual growth characteristics; moisture; temperature

侧柏是黄土高原的优良乡土树种, 在黄土高原生态环境治理中具有重要作用。过去由于对该树种的生物学、生态学及造林学特性等方面研究较少, 使之发展受到影响^[1-3]。

近年来随着西部大开发和黄土高原生态环境建设的开展, 侧柏造林规模不断扩大。但也经常出现因对苗木保护、栽植方法等技术环节把握不当而导致的造林成效不高, 甚至完全失败的现象。1985 年以来, 我们先后在永寿、麟游等地进行了侧柏造林试验及大面积推广, 造林成活率平均达 90% 以上, 同时也积累了一些经验和教训。本文根据试验结果对侧柏春季造林时间和幼林年生长规律与水热关系进行分析, 揭示了侧柏造林成活率及幼林树高、地径生长与水、热条件的关系, 并对其特性进行了探讨, 可为加速发展侧柏人工造林, 加快黄土高原造林绿化进程提供参理论根据。

1 试验地概况

试验设在陕西省永寿县马坊沟流域中段, 属典型的黄土高原地貌, 平均每 1 km^2 有 5 条支毛沟。水土流失严重, 侵蚀模数 $3482.5\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。塬面海拔 $963.1 \sim 1117.5\text{ m}$, 与沟底相对高差 $90 \sim 140\text{ m}$ 。为暖温带半湿润季风气候, 年平均气温 10.2°C , 极端最高气温 38.9°C , 极端最低气温 -18°C , 无霜期 210 d, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $3027.6^{\circ}\text{C} \sim 3260.0^{\circ}\text{C}$, 年平均降雨量 605.6 mm , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温期间降雨量 472.8 mm 。

试验地位于马坊沟南坡中上部, 坡度 25° , 海拔 970 m , 造林前为荒坡地。1998 年秋季整地, 翌年 2 月下旬开始植苗造林。整地方式为反坡梯田, 田面宽 1 m , 深度 30 cm 。苗木规格为 2 a 生侧柏裸根苗, 平均高度为 29 cm , 平均地径为 0.5 cm 。苗木来源为陕西省淳化县苗圃, 起苗后和造林前分别对根系进行蘸泥浆保墒处理, 试验地面积 3.47 hm^2 , 栽植密度为 4995

株/hm²。

2 试验方法

2.1 春季造林最适期试验

从 2 月下旬开始, 每隔 10 d 栽植 1 次, 苗木来源、规格、假植方式及造林方法同上; 当年秋季同一时间调查成活与生长情况。

2.2 侧柏幼林生长规律观测

在同一立地类型上的原有 3 a 生侧柏幼林地中选标准地 1 块, 标准地面积 400 m², 每木检尺后从中选取 10 株标准株。标准株平均高 1.31 m, 平均地径 2.45 cm。

从 3 月初开始到当年的 10 月底, 每隔 10 d 定株测定 1 次树高和地径的生长量。树高用钢卷尺测定、地径用游标卡尺测定。

2.3 土壤含水量测定

测定深度为 100 cm, 分 5 层 (0—20, 21—40, 41—60, 61—80, 81—100 cm) 分别取样, 重复 3 次; 从 3 月初到 10 月底, 每旬测定一次, 用烘干法计算土壤含水量。旬均气温及降雨量资料取自造林地以南 7 km 处的永寿县气象站。

3 结果与分析

3.1 侧柏造林成活率与水热关系

试验结果见表 1。可以看出, 侧柏造林在 3 月 25 日—4 月 15 日之间成活率最高, 提前或推后栽植时间均会使造林成活率降低。试验观测表明, 当气温为 5℃ 时侧柏根系开始活动, ≥10℃ 时活动能力增强, ≥17℃ 时因植株蒸腾能力提高引起机体水分亏缺^[4], 使成活率降低。因此, 春季造林的最适期是气温稳定在 10℃~17℃ 之间。

表 1 侧柏春季造林时间试验结果

栽植时间	旬均降雨量/mm	旬均气温/℃	0—40 cm 土壤含水量/%	造林成活率/%	年地径生长量/cm	年新梢生长量/cm
2月25日	0.00	5.0	15.42	23	0.1	9.0
3月5日	6.30	10.0	16.03	49	0.1	8.0
3月15日	11.50	10.0	16.09	70	0.1	7.4
3月25日	11.97	12.7	15.09	82	0.2	11.0
4月5日	3.17	15.3	16.20	89	0.2	9.5
4月15日	11.20	17.0	15.31	87	0.1	7.9
4月25日	14.43	18.7	16.17	68	0.1	8.7
5月5日	14.37	25.0	17.08	39	0.1	8.5

根据表 1 资料对成活率 (y)、降雨量 (x_1) 和气温 (x_2) 进行二元线性回归分析, 研究降雨和气温对侧柏造林成活率的影响。计算出回归系数 $b_1 = 1.2948$, $b_2 = 0.0728$; 标准回归系数为 $b'_1 = 0.2880$, $b'_2 = 0.0187$; 偏回归系数 $r_{01,2} = 0.2124$, $r_{02,1} = 0.0141$, $r_{12,0} = 0.6753$ 。结果表明 b_1 和 b_2 均为正值, 说明降雨量增多和气温增高对提高侧柏造林成活率都有正面影响。 $b_1 > b_2$ 和 $r_{01,2} > r_{02,1}$ 以及 $b_1 / b_2 = 15.40$, 不但说明降雨量对成活率的贡献大于气温, 而且贡献大 14 倍以上。 $r_{12,0} = 0.6753 > r_{01,2}$ 和 $r_{02,1}$, 说明降雨量和气温相互配合对提高造林成活率贡献最大。因此在黄土高原, 要提高造林成活率, 蓄水保墒是最关键的技术措施。

3.2 侧柏年生长规律

3.2.1 年生长动态 以干旱阳坡侧柏标准株平均生长量为依据, 研究其年生长规律, 观测结果见图 1。

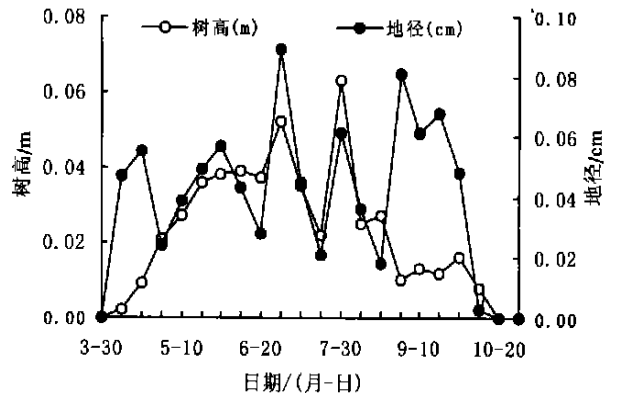


图 1 干旱阳坡侧柏生长规律

由图 1 可以看出, 侧柏始长期在 3 月底到 4 月初期间, 停长期在 10 月上旬到中旬。树高生长量最大值出现在 7 月底到 8 月初, 地径生长量最大值出现在 6 月底 7 月初。树高和地径同旬生长量最小值出现

在 7 月 20 日, 表明侧柏年生长有一个低谷期和两个峰期, 其分界在 7 月上、中旬。且前期生长量大于后期, 表明侧柏在干旱阳坡的生长不但受当年气候因子的制约, 而且主要受上年气候因子的影响, 即上年体内养分积累情况。

侧柏生长期遇到较好的生态因子有加速生长的能力, 这是因为侧柏对干旱阳坡特殊生态环境的具有

适应性, 也是侧柏分布于半湿润季风气候区^[5-9]的证明。

3.2.2 年生长动态与水热关系 侧柏年生长动态与气候和土壤水热指标列于表 2。对表 2 资料作多元线性回归分析, 结果如表 3。表 3 中同旬因子回归是指同旬生长量与同旬降雨量和气温的回归; 异旬因子回归是指下旬生长量与上旬降雨量和气温的回归。

表 2 侧柏年生长节律(旬生长量)与水、热状况

时段/旬	3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
树高/cm	-	-	-	0.2	0.9	2.1	2.7	3.6	3.8	3.9	3.7	5.2	3.5	2.2	6.3	2.5	2.7	1.0	1.3	1.2	1.6	0.8	0.0	0.0
地径/mm	-	-	-	0.5	0.6	0.2	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	0.9	0.5	0.2	0.6	0.4	0.2	0.8	0.6	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0
降雨量/mm	1.2	5.1	35.2	0.6	15.2	23.4	5.6	30.9	5.6	11.7	92.8	49.8	46.4	0.6	64.5	8.5	76.6	7.6	37.8	0.4	26.6	29.5	8.4	7.9
气温/℃	3.3	5.6	7.3	9.0	11.2	13.1	14.9	16.7	18.4	20.9	22.6	23.3	23.2	24.3	24.3	24.3	22.3	21.6	18.1	16.7	14.3	12.8	11.1	9.6

表 3 侧柏年生长节律与水热条件的相关性

项目	回归方程	$r_{y, 1, 2}$	标准回归系数		回归剩余 标准差	偏相关系数		
			b'_1	b'_2		$r_{01, 2}$	$r_{02, 1}$	$r_{12, 0}$
同旬	树高 $Y = 0.0196 + 0.0003x_1 - 0.00007x_2$	0.5696	0.5094	-0.2262	0.0141	0.5067	-0.2989	-0.0685
回归	地径 $Y = 0.0596 - 0.000231x_1 - 0.000226x_2$	0.5502	-0.2871	-0.5348	0.0195	-0.3251	-0.5468	-0.3633
异旬	树高 $Y = 0.02595 + 0.0000023x_1 - 0.00001x_2$	0.1024	0.0042	-0.0324	0.0171	-0.0679	-0.3387	-0.2310
回归	地径 $Y = 0.0454 + 0.00022x_1 - 0.00018x_2$	0.5512	0.2816	-0.4267	0.0195	0.3544	-0.4898	-0.0531

注: Y ——树高或地径旬生长量; x_1 ——降雨量; x_2 ——气温。

上述回归式中 b'_2 , $r_{02, 1}$ 及 $r_{12, 0}$ 均小于 0, 说明高温加剧了植物生理干旱, 对侧柏生长有抑制作用。由于热量和水分处于失衡状态, 即热量多, 水分少, 使得偏回归系数 $r_{12, 0}$ 也小于 0。这一点还可用干燥度(k)计算公式 $K = 0.16 \sum t/r$ 得到证明: 当 $K = 1$ 时, 水热处于平衡状态, 即日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的降水量 r 等于 0.16 倍的日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的积温 $\sum t$ 。永寿县日平均气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的降水量(r)为 472.8 mm, 则 $0.16 \sum t = 484.4 - 521.6 \text{ mm}$, 也就是说生长期降雨量平均偏少 11.6 ~ 48.8 mm。在大陆性季风气候区, 高温和降雨不能很好配合而发生春旱、伏旱是常有的事^[8], 这就是 $r_{12, 0}$ 为负值的原因。除同旬因子回归式中的阳坡地径生长外, 树高生长量与同旬、异旬降雨量及地径生长量与其上旬降雨量之间的标准回归系数(b'_1)均大于 0, 说明水分对侧柏生长具有促进作用。

通过对回归式特征数的比较可以看出, 侧柏具有很强的耐旱能力^[8-10], 但生长期对水分的需要量大于热量, 这可由同一回归式中的 $b'_1 > b'_2$, $r_{01, 2} > r_{02, 1}$

得到证明。侧柏虽为慢生树种^[6, 11], 但对降雨敏感性很强, 生长期遇到降雨即可迅速生长。特别是水分不足的干旱阳坡, 树高 b'_1 值达 0.5049, 地径达 0.2816, $r_{01, 2}$ 值达 0.5067 和 0.3544, 就是对降雨的一种反映, 反应速度约 10 d 时间。侧柏在干旱阳坡地径生长比树高生长提前约一旬时间, 这一点由地径生长的同旬和异旬回归式中的 b' 值可以说明。侧柏树高和地径生长的这种复杂关系, 证明了侧柏具有广适应生态学特性^[12-13]。

4 结论

(1) 侧柏春季造林最适期是气温稳定在 $10^\circ\text{C} \sim 17^\circ\text{C}$ 之间, 即 3 月 25 日—4 月 15 日, 提前或推后栽植均会降低造林成活率。

(2) 侧柏年生长从气温 5°C 时开始, $\geq 10^\circ\text{C}$ 时生长能力增强, $\leq 10^\circ\text{C}$ 时生长停止。生长动态曲线表明, 年生长有 1 个低谷期和 2 个峰期, 其分界在 7 月上、中旬。树高生长最大值在 7 月底 8 月初; 地径生长最大值在 6 月底 7 月初。从全年生长量看, 前期大于后期。

(3) 侧柏生长量大小受水、热条件及其配合状况

的影响。分析结果证明,生长期降雨量对侧柏生长有促进作用,高温引起的植物生理干旱,对侧柏生长有抑制作用。

(4)侧柏虽耐旱,但生长期对水需要量大于热量;对降雨反应敏感,速度约 10 d。树高和地径生长动态变化的复杂性证明侧柏有广适应生态学特性。

[参 考 文 献]

- [1] 陕西省农林科学院林业研究所编.黄土高原造林[M].北京:中国林业出版社,1981.183—186.
- [2] 罗伟祥等.陕西黄土高原侧柏造林生长调查与分析[J].陕西林业科技,1984(4):45—52.
- [3] 朱志诚.秦岭北麓侧柏林的主要类型及地带性问题[J].陕西林业科技,1978(5):1—12.
- [4] 余清珠等.人工幼林蒸腾规律的研究[J].陕西林业科技,1992(4):5—9.
- [5] 中国树木志编委会主编.中国主要树种造林技术[M].北

京:农业出版社,1978.274—281.

- [6] 牛春山主编.陕西树木志[M].北京:中国林业出版社,1990.29—30.
- [7] 吉中礼主编.农林气象学[M].西安:陕西科学技术出版社,1993.100—111.
- [8] 李吉跃.油松、侧柏苗木抗旱特性初探[J].北京林业大学学报,1988,10(2):23—30.
- [9] 沈国航等.京西山区主要造林树种抗旱特性的研究(I)[M].中国林学会造林学会第二届学术讨论会造林论文集.北京:中国林业出版社,1990.3—12.
- [10] 郭连生、田有亮.对几种针阔叶树种耐旱性生理指标的研究[J].林业科学,1989,25(5):389—393.
- [11] 北京林学院主编.树木学[M].北京:中国林业出版社,1980.55—56.
- [12] 张仰渠等.陕西森林[M].西安:陕西科学技术出版社,1989.215—221.
- [13] 东北林学院主编.森林生态学[M].北京:中国林业出版社,1981.15—28.

(上接第 17 页)

3 结论与讨论

(1)坡下部的小叶杨生长良好,郁闭度为 30%,树高可达 12.67 m,而坡中位和坡上位的小叶杨树高仅为 5.70 m 和 5.21 m,相差 1 倍以上。地径、胸径、枝下高和冠幅生长状况表现出同样的趋势。

(2)以沟谷地带的小叶杨的生长为基点,则坡下部、中部和上部的小叶杨的树高和胸径的相对生长潜力分别为沟谷小叶杨的 77.53%,34.88%,31.88%和 75.59%,39.51%,33.36%。

(3)混交后,小叶杨的生长较相同立地条件下纯林的生长好,覆盖度大、具有较高的物种多样性,且物种分布均匀,具有较好的生态效益。

研究表明,小叶杨作为一个隐域树种,其生长受空间立地条件变化的制约,在局部立地上,例如沟谷地段,基本上可以正常生长、郁闭和成林,但不宜在面积较大的坡面上栽植。采用混交方式,在一定程度上

可以减少纯林不利的一面,但在空间分布上,还是以在坡的中下部为宜。

[参 考 文 献]

- [1] 向师庆.灌草丛根系保持土壤资源上的研究[M].北京林业大学学报,1988,10(4):14—17.
- [2] 侯喜录等.黄土丘陵区森林保持水土效益及其机理研究[J].水土保持研究,1996,3(2):98—103.
- [3] 吴钦孝,赵鸿雁.植被保持水土的基本规律和总结[J].水土保持学报,2001,15(4):13—16.
- [4] 黄河水利委员会.黄河水土保持志[M].河南人民出版社,1992.
- [5] 侯庆春等.黄土高原地区人工林草地“土壤干层”问题初探[J].中国水土保持,1999(5):11—13.
- [6] 穆兴民,陈霁伟.黄土高原水土保持措施对土壤水分的影响[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(4):39—44.
- [7] 李玉山.黄土高原森林植被对陆地水循环影响的研究[J].自然资源学报,2001,16(5):427—432.