

不同立地对池杉林生长的影响

吴祖映 储家森

(浙江林学院, 临安 311300)

唐明荣 柴世民 董作平

(临安县林业局)

摘要 分析了青山水库季节性渍水区段不同立地条件下池杉的胸径、树高及材积生长过程特征。结果表明采用季节性渍水天数、耕作层厚度及枯水期土壤排水状况 3 个因子划分立地类型是可靠和适用的。不同立地条件对池杉的生长产生极显著的影响。池杉生长过程可划分为幼树阶段、速生阶段、干材阶段和滞生长阶段。

关键词 池杉; 生长特性; 有序样本聚类; 立地条件类型

中图分类号 S718.51

1 概况

落羽杉(*Taxodium distichum*)、池杉(*Taxodium ascendens*)及水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)在我国南方水网地区造林工作中占有重要的地位。但不同立地水分条件对其生长产生不同的影响。本文讨论了不同土壤水分状况、不同立地条件与池杉生长的关系,并在生长过程分析的基础上,对池杉进行了生长阶段的划分。

研究林分位于浙江省临安县青山水库季节性渍水区段,30°14' N,119°42' E,属中亚热带季风气候区,温暖湿润,光照充足。年平均气温15.8℃,1月平均气温3.3℃,7月平均气温28.1℃;年降水量1426 mm,蒸发量1164 mm;无霜期235 d;地带性土壤为红壤,土壤的理化性质见表1。林分面积5.5 hm²。

林地季节性渍水天数各年份因降水量及地势高低有差异。一般渍水天数为2~3个月,低洼地有的在9个月以上,甚至终年渍水。

2 方法

以季节性渍水时间、耕作层厚度及枯水期排水状况为主导因子划分立地类型,并对划分的结果用测树因子进行方差分析以检验划分的合理性。

分析不同立地条件下林分生长差异,在生长过程分析的基础上,对其生长过程进行有序

收稿日期: 1995-02-10

表1 土壤的理化性质

Table 1 The physical and chemical traits of the soil

| 样号 | 耕作层深度/cm | 质地 | 容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^3$ | 枯水期土壤含水量/% | 有机质/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ | 全氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ | 速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ | 速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ | pH值 |
|----|----------|----|--------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|
| 1 | 60 | 重壤 | 1.30 | 23.2 | 16.80 | 1.00 | 80.0 | 51.8 | 6.10 |
| | | | 1.50 | 19.2 | | | | | |
| 2 | 30 | 轻壤 | 1.44 | 16.5 | 8.30 | 0.6 | 10.0 | 19.2 | 6.00 |
| | | | 1.58 | 18.3 | | | | | |
| 3 | 35 | 轻壤 | 1.46 | 18.6 | 9.10 | 0.7 | 26.0 | 19.0 | 6.00 |
| 4 | 50 | 重壤 | 1.37 | 17.8 | 18.00 | 0.9 | 40.0 | 45.4 | 6.20 |
| | | | 1.46 | 33.9 | | | | | |
| 5 | 35 | 重壤 | 1.40 | 21.8 | 19.30 | 0.9 | 20.0 | 12.4 | 6.30 |
| | | | 1.63 | 19.2 | | | | | |
| 6 | 30 | 重壤 | 1.44 | 23.0 | 14.80 | 0.7 | 20.0 | 14.8 | 6.10 |
| | | | 1.58 | 20.9 | | | | | |
| 7 | 40 | 重壤 | 1.41 | 20.8 | 16.00 | 0.8 | 20.0 | 8.8 | 6.02 |
| | | | 1.57 | 21.2 | | | | | |
| 8 | 45 | 重壤 | 1.37 | 24.3 | 20.60 | 0.9 | 20.0 | 14.4 | 5.68 |
| | | | 1.61 | 19.3 | | | | | |

样本聚类分析以划分生长阶段。

样地按常规设置, 面积 $20\text{m}\times 20\text{m}$, 进行常规测树因子测定。

3 结果与分析

3.1 立地类型划分

可将青山水库整个季节性渍水区段大致分为 3 个主要立地类型。

I 类 季节性渍水时间约 2~3 个月, 耕作层深厚(60 cm 以上), 枯水期排水良好。

II 类 季节性渍水时间约 4~6 个月, 耕作层中等厚度(30~60 cm), 枯水期土壤排水中等。

III 类 季节性渍水时间在 9 个月以上, 耕作层薄(30 cm 以下), 枯水期土壤排水不良。

为了检验划分立地类型的合理性, 我们对池杉测树因子进行组内次数不等的方差分析和多重比较分析, 将差异未达到极显著水平的类型合并, 最终划分为以上 3 类立地类型(表 2~3)。

表2 不同立地类型池杉林胸径及树高方差分析

Table 2 ANOVAs of DBH and height of *Taxodium ascendens* in different sites

| 变异来源 | 胸 径 | | | | 树 高 | | | |
|------|-----|-----------|----------|--------|-----|--------|--------|---------|
| | 自由度 | 离差平方和 | 均 方 | F | 自由度 | 离差平方和 | 均 方 | F |
| 组 间 | 2 | 2 917.73 | 1 458.87 | 8.88** | 2 | 257.41 | 128.71 | 40.39** |
| 组 内 | 181 | 29 735.77 | 164.29 | | 181 | 502.19 | 2.77 | |
| 总 的 | 183 | 32 653.44 | | | 183 | 759.60 | | |

表3 不同立地类型池杉林胸径及树高多重比较

Table 3 Multiple comparisons of DBH and height of *Taxodium ascendens* in different sites

| 立地类型 | 胸径/cm | D_{I-DIII} | D_{I-DII} | 树高/m | H_{I-HIII} | H_{I-HII} |
|------|-------|--------------|-------------|-------|--------------|-------------|
| I | 18.42 | 14.94** | 6.19* | 11.51 | 4.84* | 1.59* |
| II | 16.45 | 8.74* | | 9.92 | 3.25* | |
| III | 13.67 | | | 6.67 | | |

由表2~3可以看出,所划分立地类型间池杉生长产生极显著差异,说明所划分的立地类型是合理的,同时也说明相同树种在不同立地条件下,其生长状况产生显著差异。

3.2 不同立地对池杉林生长的影响

3.2.1 树高生长 经多方拟合,池杉优势木与平均木呈线性乘方回归关系:

$$H_{优} = 1.6001 H_{平}^{0.8794} \quad r = 0.966^{**}$$

I类立地池杉优势木树高生长在前3年连年生长量和平均生长量都较大,但平均生长量滞后连年生长量。4年生至10年生时连年生长量保持很高水平,达1.0m。11年生以后连年生长量开始下降。立地质量越差,则到达最大值时,其年龄越晚,达到峰值时的连年生长量也越小。II类立地池杉树高连年生长量5年生时达最大值,最大连年生长量0.6m,8年生以后迅速下降。III类立地池杉树高连年生长量在6年生时达最大值,最大生长量0.5m,以后开始下降。

I类立地平均生长量前3年呈加速生长趋势,达0.77 m/a,4~9年生生长速度平稳上升,10年生时达最大值,为0.92 m/a,以后开始下降。II类立地前3年也迅速上升,平均生长量为0.54 m/a,8年生时达最大值,为0.66 m/a,以后下降。III类立地9年生时平均生长量达最大值,为0.41 m/a。

3.2.2 胸径生长 池杉优势木胸径与平均木胸径经多方拟合,两者呈指数函数关系:

$$D_{优} = 8.3729 e^{0.06435D_{平}} \quad r = 0.917^{**}$$

I类立地池杉胸径连年生长量前期生长快,约在11年生时达最大值,为1.64 cm,以后开始下降;平均生长量则在14年时达最大值,为1.2cm/a。II类立地池杉在13年生时达最大值,为1.4 cm/a,以后开始下降;平均生长量则在15年生达最大值,达到1.0 cm/a。III类立地池杉连年生长量在14年生达最大值,达到1.21 cm/a;平均生长量在17年生时达最大值,为0.79 cm/a。

3.2.3 材积生长 池杉优势木材积与平均木材积经多方拟合,两者呈线性相关:

$$V_{优} = 0.000327 + 1.101245V_{平} \quad r = 0.967^{**}$$

I类立地池杉前5年生连年生长量较低,生长缓慢,6年生后加速生长,15年生时达最大值,为0.02002m³,以后开始下降;平均生长量前7年生长慢,8年生后加速生长,17年生时达最大值,达0.01080 m³/a,以后材积下降。II类立地池杉连年生长量前7年生长慢,8年以后加速生长,约17年生时达到最大值,为0.01708m³;平均生长量8年前生长慢,只0.00062 m³/a,9年生以后加速生长,20年生时达到最大值,达0.00710 m³/a。III类立地池杉连年生长量8年生时慢,9年生以后生长加速,18年生时达最大值,达0.00104 m³;平均生长量9年前生长慢,只0.00052 m³/a,22年生时达最大值,为0.00428 m³/a。

3.3 池杉生长阶段

在生长过程分析的基础上，我们应用有序样本分类方法，采用林分优势木对池杉胸径、树高、胸径+树高及胸径+树高+材积为因子进行生长阶段划分。

3.3.1 模型说明 ①有序样本最优分类法。其原理为：设有 N 个 P 维样本数据，记为 x_1, x_2, \dots, x_i 为 P 维向量。②定义类直径。设某类样本 $(x_i, x_{i+1}, \dots, x_j) (j > i)$ 组成。它的平

均值为： $\bar{X}_{ij} = \frac{1}{j-i+1} \sum_{i=1}^j X_i$ 。这一类的直径是它的离差平方和，即：

$D_{(ij)} = \sum_{i=1}^j (X_i - \bar{X}_{ij})'(X_i - \bar{X}_{ij})$ 。③定义误差函数。设某一种分法 $P(m, n)$ 是 $P(m, n)$ ； $(i_1 = 1, 2, \dots, i_{2-1})$ ； $(i_2 = i_{2+1}, \dots, i_{3-1})$ ； $(i_m = i_{m+1}, \dots, n)$ 。定义这种分法的误差函数为： $\Phi[P(m, n)] = \sum_{i=1}^m D(i_j, i_{j+1} - 1)$ 。误差函数越小，表示类内离差平方和越小，分类合理。

设 $P_0(m, n)$ 为初始分类，此时函数为 $\Phi = [P_0(m, n)]$ 。④误差函数的递推公式。当 $m = 2$ 时，就是要找一个分界线，将全部样品分成两类。而 $P_0(2, n)$ 就是在所有可能分界线中，使误差函数达到最小的分法，于是 $\Phi[P_0(2, n)] = \min[D(1, j-1) + D(j, n)]$ ， $2 < j < n$ 。对 n 施行归纳法，可得出递推公式为： $\Phi[P_0(m, n)] = \min[\Phi(P_0(m-1), j-1) + D(j, n)]$ ， $m < j < n$ 。这个公式表示 n 个样本分成 m 类的最优方法。⑤由最小误差函数聚类，即找出各类边界样本号， i_2, i_3, \dots, i_m 。其中 i_2, i_3, \dots, i_m 为 $(2, 3, \dots, m)$ 组的最小样本号， $i_2 - 1, i_3 - 1, \dots$ 为 $(1, 2, \dots)$ 组最大样本号，这些数字列在最小误差函数表括号中，由此可得最后分类结果。

3.3.2 池杉最佳有序样本分类因子的选择
我们采用单项或多项因子进行有序样本分类，结果见表 4。

因所测树木尚在干材阶段，按池杉生长的一般情况，干材阶段可达 25 年生。综合分析认为池杉以胸径+树高两因素划分生长阶段较为符合实际。

3.3.3 池杉生长阶段划分 ①幼树阶段(1~9年生)。池杉在此期内根系的生长比树干旺盛，地上部分生长慢，地下部分生长快。

好的立地的林分，幼树阶段可以缩短 2~3 a。②速生阶段(10~16年生)。胸径和树高生长进入最旺盛的阶段，均在此期内达最大值。林木出现了明显的分化。林分高度郁闭，林内无直射光照。出现自然整枝现象。好的立地速生期早，而且持续时间较长，立地差的则相反。③干材阶段(17~25年生)。此期胸径及树高生长减慢，但材积生长量很大，并在此期内达最大值^[1]。林木出现了枯立木。林分大量结实。干材期内材积量占总材积 50% 以上。不同的立地条件对池杉此期生长也产生很大影响。④滞生长阶段(26年生以后)。材积生长趋于缓慢，逐年降低。

表 4 池杉生长过程有序样本分类

Table 4 Clustering result of ordered samples of growth factors for *Taxodium ascendens*

| 分类因子 | 幼树 | 速生 | 干材 | 滞生长 |
|----------|------|-------|-----|-----|
| | 阶段 | 阶段 | 阶段 | 阶段 |
| 树 高 | 1~8 | 9~16 | 17~ | |
| 胸 径 | 1~10 | 11~16 | 17~ | |
| 材 积 | 1~10 | 11~16 | 17~ | |
| 胸径+材积 | 1~9 | 10~16 | 17~ | |
| 胸径+树高+材积 | 1~15 | 16 | 17~ | |

4 讨论

4.1 相同立地对不同树种生长的影响

在I类立地条件下,池杉树高比落羽杉高,但胸径比落羽杉小。即落羽杉比池杉尖削度小^[1]。I类立地适合栽种池杉,而在排水不良的立地,池杉的死亡率比落羽杉多,胸径及树高生长量也比落羽杉小,在此类地区宜种落羽杉。关于这一点有待于进一步研究。

4.2 历年季节性渍水深度与渍水天数对林木生长的影响

因历年降水量有差异,各年的水库蓄水量也不同。因此季节性渍水深度与渍水天数对林木必然产生影响。池杉及落羽杉各生长因子的连年生长量没有一般林木明显,其连年生长量出现不随年龄阶段呈明显的规律变化趋势。

鸣谢 参加工作的还有李炳华、何学仕、吕林峰、傅淑珍、应志辉及潘悦优,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术(上册). 北京: 农业出版社, 1978. 45~46

Wu Zuying (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Chu Jiamiao, Tang Mingrong, Chai Shimin, and Dong Zuoping. Effects of Different Sites on the Growth of *Taxodium ascendens*. *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(2): 144~148

Abstract: The growth characteristics in DBH, height and volume of *Taxodium ascendens* which was planted in seasonal watering sites of Qingshan Reservoir were analysed. The results showed that taking seasonal watering days, plough layer deepness and soil drainage in no watering periods as site type determinants was reliable and proper. The effects of different sites on the growth of *T. ascendens* were quite great. Its growth process could be divided into four stages: sapling stage, fast-growing stage, tree stage and slow-growing stage.

Key words: *Taxodium ascendens*; growth characteristic; clustering method for ordered samples; site type