

黄土丘陵区油松生长与气候因子相关分析

陈云明 吴钦孝 刘向东 赵鸿雁

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 运用多元逐步回归分析法分析油松生长与气候因子的关系,结果表明:油松是对气候因子反应敏感的树种;气候因子间是相互影响、相互制约、共同起作用的。影响油松树高、胸径、材积连年生长的主导气候因子分别为:降水量和 $\geq 10^{\circ}$ 积温;降水量、 $\geq 10^{\circ}$ 积温和光照时数;降水量、光照时数和 $\geq 10^{\circ}$ 积温。

关键词 黄土丘陵区 油松 气候因子 连年生长量

Related Analysis Between the Growth of Chinese Pine and Climatic Factors in Loess Hilly Region

Chen Yunming Wu Qinxiao Liu Xiangdong Zhao Hongyan

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

Abstract The relation between the growth of chinese pine (GCP) and climatic factors (CF) is analysed by using multivariate regression, The results showed that chinese pine is a kind of tree which respond sensitively to CF. There are mutual effects among CF, and CF effect GCP together. The dominant CF which influence on the successive annal growth of heigh, diameter and volume of chinese pine are precipitation and $\geq 10^{\circ}$ C accumulative air temperature; precipitation, $\geq 10^{\circ}$ C accumulative air temperature and sunligh hours; precipitation, sunligh hours and $\geq 10^{\circ}$ C accumulative air temperature, respectively.

Keywords chinese pine; loess hilly region; climatic factors; successive annal growth

林木的自然分布和生长发育受气候、土壤、海拔、生物等诸因素的制约和影响,而气候是其中的主导因素之一。油松是黄土丘陵半湿润地区的主要水土保持与水源涵养及用材林树种,研究它的生长与气候因子间的相关规律,可为制定合理的经营管理措施,培育高产林分,提高其水土保持功效,改善该区环境提供理论根据。

1 研究区自然概况

研究区位于陕西省宜川县铁龙湾,地貌属梁状丘陵,海拔900~1 500m,气候属温带半湿

收稿日期:1995-04-12

润类型,年平均降水量574mm,年平均气温9.7℃,≥10℃的活动积温3429℃。供研究的油松林为1966年栽植,分布于阴坡或半阴坡。目前保留2100~2400株/hm²。林分平均高为9~11m,胸径10~11cm,郁闭度0.7~0.8。

2 研究方法

2.1 气候因子的选取

光、热、水是影响林木生长的主要气候生态因子。依据生态学原理,从研究区邻近的气象站观测资料中选取了≥10℃积温、年平均气温、年降水量、年光照时数、年平均相对湿度5个因子,作为分析油松生长的主要气候因子(表1)。

表1 气候因子及生长指标

年份 (年)	≥10℃积 温(℃) X ₁	年平均 气温(℃) X ₂	年降水 量(mm) X ₃	年光照 时数(h) X ₄	年平均相 对湿度(%) X ₅	树龄 (a) X ₆	树高连年生 长量(cm) Y	胸径连年 生长量(cm) Y	材积连年生长 量(10 ⁻³ m ³) Y
1965	3666.9	10.2	433.5	2742.9	58				
1966	3600.7	10.2	658.6	2506.3	59	1	25.3		5.3228×10 ⁻³
1967	3589.0	9.2	634.7	2374.1	65	2	50.7		2.4504×10 ⁻²
1968	缺	缺	缺	缺	缺	3	46.5		8.0950×10 ⁻²
1969	3834.8	9.8	513.7	2603.0	62	4	36.3	0.85	2.4653×10 ⁻¹
1970	3613.6	9.8	408.4	2565.6	59	5	55.0	0.61	4.5230×10 ⁻¹
1971	3742.4	10.1	655.2	2427.1	62	6	50.9	0.78	6.7589×10 ⁻¹
1972	3720.7	10.2	424.8	2538.2	60	7	60.3	0.76	9.8374×10 ⁻¹
1973	3795.2	10.7	499.2	2475.2	60	8	60.0	0.70	9.8613×10 ⁻¹
1974	3679.7	9.9	437.7	2340.7	60	9	38.8	0.51	1.1088
1975	3642.8	10.0	797.8	2207.5	66	10	55.6	0.49	1.2948
1976	3406.2	9.1	566.8	2354.0	64	11	73.7	0.48	1.7403
1977	3731.0	10.1	520.3	2471.0	60	12	80.0	0.54	2.3632
1978	3644.9	10.1	621.7	2543.2	63	13	73.2	0.51	3.0355
1979	3614.4	10.1	491.0	2589.9	60	14	55.0	0.48	2.8652
1980	3490.4	9.5	556.7	2518.6	62	15	60.0	0.47	3.3936
1981	3288.9	9.9	478.0	2328.6	60	16	42.5	0.31	2.9011
1982	3660.9	10.1	620.1	2271.6	62	17	52.8	0.32	3.5917
1983	3502.5	9.4	675.9	2357.7	66	18	65.9	0.28	3.0711
1984	3376.7	9.0	498.2	2195.6	64	19	52.3	0.26	3.1794
1985	3603.0	9.5	575.9	2457.6	64	20	47.1	0.28	3.9633
1986	3353.2	9.2	498.2	2628.5	60	21	40.0	0.23	3.7581
1987	3695.2	10.4	471.8	2696.0	63	22	40.7	0.26	3.6171
1988	3647.2	9.9	651.7	2365.3	62	23	24.9	0.24	3.6523
1989	3689.3	10.1	373.9	2434.4	65	24	43.0	0.18	3.6464
1990	3602.4	10.3	579.6	2252.9	66	25	27.1	0.16	3.1669
1991	3565.1	10.1	477.0	2556.5	62	26	32.4	0.18	2.5663

2.2 生长因子的选取

在立地条件相同的林分中,设置6块标准地,面积各约0.1hm²。每块标准地采伐3~4株平均木,共20株。解析后分别获得树高、胸径、材积等的连年生长量(表1)。

3 结果与分析

3.1 树高生长与气候因子的相关分析

研究区油松树高生长主要在4月中旬至6月上旬。其生长过程是4月中旬顶芽膨胀并展开,4月末至5月中旬新枝延生,5月中下旬至6月上旬侧芽形成,树高生长基本停止。而4~6月该区正值旱季,降水量仅占全年的23.5%,加上1~3月的降水量也不足30%。因此降水量(X_3)选取上年数值比较合理。而 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温(X_1)、年平均气温(X_2)、年光照时数(X_4)、年相对湿度(X_5)诸气候因子则因与树高生长同步而选取当年数值,并以树龄(X_6)作为伴随变量,进行树高连年生生长量与气候因子的逐步回归分析,得方程式为:

$$Y = -69.0215 + 0.0242X_1 + 0.0761X_3 - 0.6142X_6 \quad (1)$$

复相关系数 $R = 0.5699$, $R > R_{0.01} = 0.5368$

偏相关系数: $r_{1y} = 0.2182$, $r_{2y} = -0.0927$, $r_{3y} = 0.4912$
 $r_{4y} = -0.0485$, $r_{5y} = 0.1571$, $r_{6y} = -0.3344$

回归结果表明:仅 X_1, X_3 两个气候因子被选入方程,且与树高生长均呈正相关。因此,可以认为 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温越高,上年降水越丰富,对油松树高生长也越有利。另外,二者偏相关系数分别为0.2182,0.4912,大于其它气候因子,说明这两项气候因子对树高生长影响最大,是影响树高生长的主导因子。然而,诸气候因子不是孤立存在的,而是相互制约和相互联系的(见表2)。除被选入方程的上述二因子外,其它气候因子对树高生长也有一定程度的影响。

表2 气候因子与油松树高生长相关系数矩阵

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
X_1	1.000000	0.721026	-0.430921	0.190261	-0.090901	-0.248167	0.063576
X_2		1.000000	-0.576388	0.250322	-0.296479	-0.030247	-0.182727
X_3			1.000000	0.033988	0.117932	0.044478	0.410664
X_4				1.000000	-0.507311	-0.024747	0.026233
X_5					1.000000	0.373327	0.049259
X_6						1.000000	-0.331151
Y							1.000000

年平均气温(X_2)、年光照时数(X_4)与树高生长的偏相关系数为负值,表明气温较低,光照时数较少,对树高生长有好处。这是由于年均气温与上年降水量、年光照时数与年均相对湿度密切相关(表2)。上年降水量多,影响气温的回升,光照时数增大,年均相对湿度降低,从而间接影响油松树高生长。

3.2 胸径生长与气候因子的相关分析

胸径生长分为春材和秋材两部分,其主要生长发生在树高生长之后,因此,诸气候因子采用当年数值比较合理。仍以树龄作为伴随变量,进行胸径连年生生长量与气候因子的逐步回归分析,得方程式为:

$$Y = 4.7844 + 0.5939\text{Ln}X_1 + 0.1524\text{Ln}X_3 + 0.3262\text{Ln}X_4 - 0.5569\text{Ln}X_5 - 0.3282\text{Ln}X_6 \quad (2)$$

复相关系数 $R = 0.9670 > R_{0.01}$

偏相关系数: $r_{1y} = 0.3552$, $r_{2y} = 0.0869$, $r_{3y} = 0.3924$,

$$r_{4y} = 0.2747, \quad r_{5y} = -0.2569, \quad r_{6y} = -0.9354$$

由回归分析结果可知, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温、年降水量、年光照时数、年均相对湿度4个气候因子被选入方程, 其中前3个因子与胸径生长呈正相关, 而相对湿度与胸径生长呈负相关。分析认为, 相对湿度与光照时数、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温密切相关(表3), 这两个因子的增加对相对湿度具有降低效应, 从而也间接影响胸径生长。年降水量和 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温的偏相关系数值分别为0.3924, 0.3552, 远大于其它气候因子, 说明这两项气候因子对胸径生长的影响贡献最大, 是影响胸径生长的主导因子。

表3 气候因子与油松胸径生长相关系数矩阵

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
X_1	1.000000	0.703418	-0.018478	0.262988	-0.086814	-0.449615	0.527825
X_2		1.000000	-0.116063	0.205152	-0.202499	-0.127590	0.225462
X_3			1.000000	-0.436266	0.503944	0.071930	-0.918207
X_4				1.000000	-0.486768	-0.180637	0.262668
X_5					1.000000	0.416455	-0.436972
X_6						1.000000	-0.951315
Y							1.000000

3.3 材积生长与气候因子的相关分析

材积的生长与树高生长和胸径生长有关, 但在不同时期, 二者在材积生长中所占比重不同。我们仍取气候因子为自变量, 树龄为伴随变量与材积连生长量进行逐步回归分析, 所得方程式为:

$$Y = 1.6993 - 5.7320 \ln X_1 + 1.3907 \ln X_3 + 4.5079 \ln X_4 + 1.4958 \ln X_6 \quad (3)$$

复相关系数

$$R = 0.9137 > R_{0.01}$$

偏相关系数:

$$r_{1y} = -0.3497, \quad r_{2y} = 0.0139, \quad r_{3y} = 0.3735$$

$$r_{4y} = 0.3665, \quad r_{5y} = 0.0057, \quad r_{6y} = 0.8990$$

由回归分析结果可知, 被选入方程的气候因子为年降水量、年光照时数、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温。其中前两个因子与材积生长呈正相关, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温与材积生长呈负相关。说明油松生长期持续高温时间过长, 对材积生长不利, 这与北京林业大学主编的《树木学》中论述的“油松喜光, 适干冷气候, 高温及季节性干旱对其生长不利”的观点相吻合。上述3个因子的偏相关系数值分别为0.3735, 0.3665, -0.3497, 也远大于其它气候因子。因此, 这3个因子也是影响材积生长的主导因子。但诸气候因子间仍是相互制约、相互联系, 共同对材积生长起作用的(表4)。

表4 气候因子与油松材积生长相关系数矩阵

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
X_1	1.000000	0.663157	-0.021353	0.262032	-0.084305	-0.277208	-0.367318
X_2		1.000000	-0.129439	0.236840	-0.298705	-0.026579	-0.107877
X_3			1.000000	-0.406975	0.420814	-0.190417	-0.056930
X_4				1.000000	-0.498763	-0.132016	-0.052053
X_5					1.000000	0.319310	0.288656
X_6						1.000000	0.884509
Y							1.000000

方程(1),(2),(3)还表明:树龄与树高生长和胸径生长呈负相关,而与材积生长呈正相关。分析认为,林木本身由于生物学特性所决定有其内在的生长规律,由表1可知,油松树高生长1~4龄较慢,5~20龄较快,20~26龄又较慢,而其随树龄增大或变小的规律并不明显,故仅就总体效应而言,二者是呈负相关的,胸径与林分密度的关系密切,随着树龄的增大,林分郁闭度增大,林木之间相互影响增大,胸径的生长越受到限制,二者呈明显的负相关。当树龄较小时,树高生长和胸径生长对材积生长贡献均较大,但当树龄增大到一定程度后再继续增大,树高生长对材积当年生长量贡献很小,径向生长对其生长量的贡献成为主要因素。因此,材积年生长量与树龄呈紧密的正相关。

4 结 论

(1)方程(1),(2),(3)分别反映了主要气候因子与树高生长、胸径生长和材积生长的相关关系,可用作对黄土丘陵地区油松生长因子的一般性预测。

(2)分析得出影响树高、胸径和材积连年生长量的主导气候因子分别为上年降水量和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温;年降水量、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温和年光照时数;年降水量、年光照时数和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温。

(3)分析表明:气候因子间是相互影响、相互制约,共同作用的,并通过单优势性,协同作用,拮抗作用等形式对油松生长产生直接和间接作用。

参 考 文 献

- 1 北京林业大学主编. 树木学. 北京:中国林业出版社,1980.
- 2 吴祥云. 沙地樟子松生长与气候生态因子关系的探讨. 辽宁林业科技,1989(4):
- 3 张士增等. 红松的生长与气候生态因子关系的研究. 植物研究,1988(4):