

北京地区油松生态型变异的研究

徐化成 李长喜 唐谦

(北京林业大学)(中国林业科学研究院林业研究所)

摘要 本文进行了油松60个种源生态型间和生态型内种源间变异在北京地区的比较,同时对同一生态型内部不同海拔种源的表现差别作了探讨。9年研究结果表明,无论是生态型间,还是生态型内种源间都存在着显著地理变异,但生态型间的变异比生态型内种源间的变异要大。至于同一生态型内部不同海拔种源的变异不太明显。

关键词 油松;生态型;地理变异

变异是选择的基础。选择的潜在增益与被选对象的变异幅度密切相关,变异幅度大,选择的潜在增益就高。油松是我国主要造林树种之一,分布范围广,许多研究结果证明油松广泛存在着地理变异^[1~6]。本课题以前曾对油松地理变异进行了系统研究,指出油松地理变异具有生态型变异的特点,并划分了7个生态型^[2]。现在又研究了油松生态型之间的变异和生态型内种源之间的变异,并对这两个层次的地理变异进行了比较,同时,还探讨了同一生态型内部不同海拔种源表现的差别。

1 研究方法

1.1 试验地概况及测定因子

试验地位于中国林科院北京苗圃。试材为油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)不同生态型60个种源的种子。表1列出了各生态型的各种源采种地点。试验采用完全随机区组设计,4个小区,每小区6株。据1961~1980年气象观测,年均温11.6℃,一月均温-4.4℃,年降水量628.9mm,年均湿度58%。关于试验地的管理方法等可参见“油松地理变异的初步研究”^[5]。9年试验选择了9年生树高、胸径;1989年当年生长的顶梢长度;9年来平均每株折干次数;1982~1983年越冬株数减少百分率;1984~1986年越冬株数减少百分率;1987~1989年越冬株数减少百分率,共7个因子进行分析。前面3个属于生长指标,后面3个反映不同种源或生态型对北京冬季天气条件的适应能力。至于折干指林木由于顶芽受害而产生的由侧枝代替主枝的现象。它既反映了干形问题,也反映了适应性问题。折干次数是指9年发生的次数。油松折干比较普遍。关于顶端受害的原因,可能是冬季顶芽死亡后顶梢受害虫危害造成。

1.2 统计分析方法

1.2.1 方差分析 对60个种源的因子做了方差分析,分析生态型、生态型内种源的效应。为了研究海拔效应,还专门对其中宁武、宁陕、互助、太岳、中条、黄陵地区的3个海拔梯度

进行了方差分析。

1.2.2 生长量指数和稳定性指数的计算(表1) 生长量指数是依据各生态型或各种源9年生树高、胸径、当年顶梢长度3个因子的各自区组平均数计算而来。稳定性指数是依据各生态型或各种源的1982~1983年越冬株数减少百分率、1984~1986年越冬株数减少百分率、1987~1989年越冬株数减少百分率、平均每株折干次数各自的区组平均数计算而得。生长量指数和稳定性指数的计算公式^[7]分别为:

$$G_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2}, \quad S_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (1 - a_{ij}^2)}$$

i ——种源或生态型, $i=1\cdots m$; j ——计算中采用的因子, $j=1\cdots n$; a_{ij} ——第 j 个因子中, 第 i 个种源或生态型因子值与该因子最大值之比; G_i ——第 i 个种源或生态型的生长量指数; S_i ——第 i 个种源或生态型的稳定性指数。

2 研究结果

2.1 生态型间的变异

从表2的方差分析结果看出, 测定因子中除1984~1985年越冬株数减少百分率没有显著差异外, 其余的6个因子生态型之间均存在显著或极显著差异。表3列出了各生态型测定因子

表1 采种点概况和油松生长量、稳定性指数

生态型	地 点	经度 (°E)	纬度 (°N)	海拔 (m)	9年生 树高 (m)	胸径 (cm)	当年顶 梢长 (cm)	生长量 指 数	越冬株数减少(年、%)			每株 折干 次数	稳定性 指 数
									1982 ~1983	1984 ~1986	1987 ~1989		
辽 东 部	开原八棵树	124 40	42 20	230	2.80	3.6	0.46	1.468	3.0	11.4	22.2	0.9	1.867
	抚顺哈达	124 12	42 00	190	2.69	3.1	0.51	1.442	2.3	8.2	0	0.6	1.946
	千山	123 00	41 08	500	2.38	2.9	0.39	1.270	1.7	11.8	16.7	0.7	1.900
	建昌古迹营子	119 50	40 50	800	2.58	3.4	0.43	1.393	0	9.1	11.7	1.5	1.802
	绥中三山	119 42	40 13	150	2.56	3.1	0.45	1.368	3.1	13.3	14.3	0.7	1.886
河 北	山海关	119 39	40 02	250	2.67	3.3	0.48	1.431	6.7	0	14.3	0.6	1.917
	青龙大仗子	118 55	40 23	300	3.04	4.3	0.51	1.618	3.9	5.9	6.0	0.9	1.912
	迁西平房子	118 13	41 19	300	2.72	3.5	0.50	1.480	0.9	5.7	5.5	0.8	1.940
东 古	昭盟大局子	117 25	42 28	1600	1.71	1.1	0.27	0.911	8.0	5.9	46.6	0.6	1.799
	翁牛特旗松树山	119 17	42 55	800	2.45	3.0	0.47	1.360	6.8	11.1	6.2	0.4	1.894
	喀喇沁旗马鞍山	118 45	41 55	1100	2.08	2.5	0.40	1.193	3.6	6.3	0	0.5	1.955
	宁城黑里河	118 27	41 23	1070	2.39	2.9	0.48	1.351	3.5	9.1	6.0	0.2	1.955
	宁城黑里河	118 27	41 23	900	2.55	3.1	0.42	1.338	0	13.3	11.8	0.5	1.914
北 河 型	平泉大窝铺	118 30	41 09	900	2.76	3.6	0.60	1.596	0.6	2.4	0	0.8	1.952
	承德北大山	118 07	41 27	830	2.65	2.9	0.47	1.380	2.2	2.4	16.7	0.5	1.964
	丰宁千沟门	116 35	41 40	1450	2.11	2.0	0.34	1.102	2.6	5.9	22.2	0.6	1.936
	丰宁邓棚子	116 18	41 14	1450	2.28	2.5	0.40	1.225	4.3	5.9	6.2	0.3	1.960
蒙 古	赤城观山	115 49	40 55	1132	2.07	2.4	0.42	1.207	9.1	0	20.0	0.2	1.889
	内 乌 拉 山	109 20	40 42	1740	1.96	2.0	0.36	1.093	7.6	3.4	2.5	0.1	1.931
	蒙 乌 拉 山	109 20	40 42	1540	2.39	2.7	0.46	1.318	0.6	5.6	11.8	0.2	1.981

续表 1

生态型	地 点	经度 (°'E)	纬度 (°'N)	海拔 (m)	9年生 树高 (m)	胸径 (cm)	当年顶 梢长 (cm)	生长量 指 数	越冬株数减少(年、%)			每株 折干 次数	稳定性 指 数
									1982 ~1983	1984 ~1986	1987 ~1989		
东北型	山 宁武吴家沟	111 59	38 40	1890	2.36	2.8	0.41	1.279	3.1	0	17.6	0.6	1.952
	西 宁武吴家沟	111 59	38 40	1600	2.33	2.7	0.50	1.344	0.8	8.2	2.2	0.1	1.976
	西 宁武吴家沟	111 59	38 40	1470	2.31	2.8	0.49	1.348	0.3	5.6	0	0.5	1.972
	宁夏 同心罗山	105 55	36 58	2200	1.83	1.9	0.27	0.989	2.7	11.4	38.3	1.1	1.798
西北型	甘肃 靖远哈岷山	104 45	36 30	2300	1.93	1.9	0.32	1.045	13.4	2.4	29.5	0.7	1.716
	永登连城	103 18	36 42	2300	2.16	2.1	0.41	1.176	4.1	12.5	35.3	0.4	1.866
	青海 互助北山	102 00	37 18	2600	1.52	0.9	0.29	0.876	17.5	27.5	25.0	0.6	1.215
	互助北山	102 00	37 18	2400	1.98	1.9	0.39	1.118	0.8	0	35.8	1.3	1.825
	互助北山	102 00	37 18	2310	1.98	1.9	0.39	1.121	5.0	4.1	35.3	0.2	1.914
中部型	和顺禅堂寺	113 33	37 18	1600	2.62	3.5	0.44	1.415	1.6	5.6	0	0.9	1.930
	陵川第一山	113 17	35 45	1500	2.44	3.0	0.46	1.353	0.6	0	0	0.6	1.975
	文水三道川	112 02	37 25	1500	2.55	3.3	0.50	1.440	1.8	7.8	0	0.3	1.970
	蒲县克城	110 18	36 33	1600	2.40	2.8	0.53	1.400	2.3	7.8	0	0.3	1.968
	太岳灵空山	112 17	36 40	1900	1.67	2.7	0.42	1.183	1.6	0	14.3	0.5	1.972
	太岳灵空山	112 17	36 40	1590	2.57	3.2	0.38	1.321	2.6	5.7	18.8	1.0	1.896
	太岳灵空山	112 17	36 40	1225	2.65	3.3	0.46	1.410	0	2.2	18.8	0.5	1.967
	中条中村	110 59	35 34	1600	2.42	2.0	0.50	1.300	0.6	11.1	0	0.8	1.913
	中条中村	110 59	35 34	1440	2.60	3.3	0.40	1.358	3.2	13.3	12.4	0.8	1.876
	中条中村	110 59	35 34	1050	2.60	3.9	0.47	1.491	3.8	5.6	0	1.0	1.902
中西型	陕西 黄龙官庄	109 45	35 48	1200	2.58	2.9	0.47	1.370	0	0	6.2	1.1	1.913
	黄陵建庄	108 52	35 28	1360	2.41	3.5	0.49	1.436	0.6	5.7	25.0	0.6	1.939
	黄陵建庄	108 52	35 28	1200	2.67	3.6	0.51	1.497	2.1	3.4	7.3	0.3	1.983
	甘肃 黄陵东湾沟	108 52	35 28	1020	2.60	3.4	0.51	1.467	4.0	14.1	18.8	0.8	1.853
	正宁中湾	108 30	35 30	1650	2.64	4.5	0.56	1.651	5.6	3.8	16.7	0.8	1.904
南部型	山东 泰山	117 08	36 16	1350	2.49	2.8	0.60	1.480	2.6	17.1	0	0.4	1.881
	蒙阴天麻	117 55	35 40	800	2.90	3.9	0.55	1.595	6.7	5.6	27.8	1.6	1.713
	河南 南石乔端	112 07	33 35	1800	2.40	2.6	0.49	1.336	4.9	18.8	35.8	1.4	1.638
	西峡黄石庵	111 40	33 38	1000	2.69	4.0	0.46	1.503	5.8	3.4	17.6	0.5	1.929
	西峡黄石庵	111 40	33 38	800	2.48	2.8	0.42	1.301	1.3	13.3	28.7	1.0	1.831
	陕南 柘南巡检乡	110 12	34 20	1087	2.68	3.2	0.48	1.422	2.8	6.0	18.8	0.7	1.931
	商县二龙山	109 57	33 53	1000	2.74	3.3	0.45	1.411	15.2	9.3	35.3	0.9	1.571
	宁陕新矿	108 32	33 33	1730	2.35	2.0	0.51	1.304	4.3	13.3	57.2	1.9	1.474
	宁陕新矿	108 32	33 33	1340	2.30	2.1	0.43	1.218	0	3.4	80.0	1.3	1.586
	宁陕新矿	108 32	33 33	1100	1.67	2.4	0.37	1.104	0	5.6	28.7	1.5	1.791
西南型	四川 理县304林场	103 15	31 23	2200	2.12	1.8	0.36	1.102	2.2	0	58.9	1.1	1.761
	理县304林场	103 15	31 23	2050	1.97	1.8	0.29	1.020	0.7	11.4	46.6	1.2	1.757
	甘肃 两当张家庄	106 16	33 53	1550	2.40	2.9	0.27	1.188	1.6	20.5	43.7	0.6	1.742
	迭部白云	107 07	34 07	2660	2.35	2.6	0.45	1.291	2.1	14.1	27.5	1.3	1.770
	迭部白云	107 07	34 07	2400	2.47	3.0	0.52	1.415	5.1	13.3	6.0	0.5	1.891
	四川 南坪124林场	104 13	33 08	2400	2.48	2.8	0.42	1.298	0	6.4	29.5	1.0	1.880

的变化以及各生态型生长量指数和稳定性指数的计算结果。从3个生长量因子来看,东部型的9年生树高处第一位,为2.68 m,其次是中西型和中部型,分别为2.58 m和2.48 m。9年生高最差的是西北型,仅1.90 m。胸径最大的是中西型,其次是东部型和中部型,它们的胸径分别为3.5 cm、3.4 cm和3.1 cm。胸径最差的是西北型,仅1.8 cm。当年顶梢长度最高的是中西型,0.51 m,其次是东部型和中部型,分别为0.47 m和0.46 m。西北型最低,仅0.34 m。在1982~1983年、1984~1986年和1987~1989年这三个阶段的越冬株数减少百分率中,1987~1989年的越冬株数减少百分率最高,其原因有待进一步研究。从1987~1989年越冬株数减少百分率来看,南部型减少得最多,达35.4%,其次是西北型和西南型,分别为33.4%和28.7%。中部型减少最少,为5.6%,其次是东部型和东北型,分别为10.5%和11.4%。从平均每株折干次数来看,折干次数最多的是南部型,为1.13次;东北型较少,仅0.4次;其他在0.7~0.8次左右。

生长量指数和稳定性指数是对生长和稳定的综合评价。图1是表3中各生态型的生长量指数和稳定性指数的二维图。从图1可看出,中西型、东部型、中部型生长好而又稳定。西北型、南部型和西南型生长差且不稳定。东北型生长较差,但较稳定。

表2 方差分析结果

因 子	F 比 值			方差分量 (%)		
	区组	生态型	生态型内种源	区组	生态型	生态型内种源
9 年 生 树 高	2.06	7.53**	1.76**	1.74	53.87	44.39
当 年 顶 梢 长	0.38	3.33**	1.52*	0	53.06	46.84
胸 径	1.50	6.73**	2.28**	0.89	54.17	44.94
越 冬 株 数 减 少 %	1982~1983年	0.96	2.87*	0.96	19.1	56.5
	1984~1986年	7.02**	1.54	1.08	54.2	8.5
	1987~1989年	6.02**	10.59**	1.68**	12.75	52.84
平 均 每 株 折 干 次 数	2.07	5.18**	1.31	5.64	67.53	26.83

注: **示0.01水平显著; *示0.05水平显著。

表3 不同生态型各测定因子变化

生态型	9 年 生 树 高 (m)	胸 径 (cm)	当 年 顶 梢 长 (cm)	生 长 量 指 数	越 冬 株 数 减 少 (%) / 年			平 均 每 株 折 干 次 数	稳 定 性 指 数
					1982~1983	1984~1986	1987~1989		
东 部	2.68	3.4	0.47	1.673	2.7	6.3	10.5	0.82	1.734
东 北	2.29	2.6	0.43	1.416	3.7	6.0	11.4	0.40	1.812
西 北	1.90	1.8	0.34	1.107	7.0	9.4	33.4	0.70	1.104
中 部	2.48	3.1	0.46	1.565	1.8	5.1	5.6	0.69	1.840
中 西	2.58	3.5	0.51	1.711	2.6	6.4	15.0	0.70	1.750
南 部	2.40	2.7	0.45	1.478	3.1	9.0	35.4	1.13	1.157
西 南	2.43	2.8	0.42	1.467	1.5	13.2	28.7	0.80	1.340

2.2 生态型内种源变异

表2表明,3个生长量因子在生态型内种源差异达显著或极显著水平。在表内4个适应性因子中,仅1987~1989年越冬株数减少百分率反映出生态型内种源间差异极显著,其他3个因子差异不明显。表1同时列出了各种源各因子的变化及各种源生长量指数和稳定性指

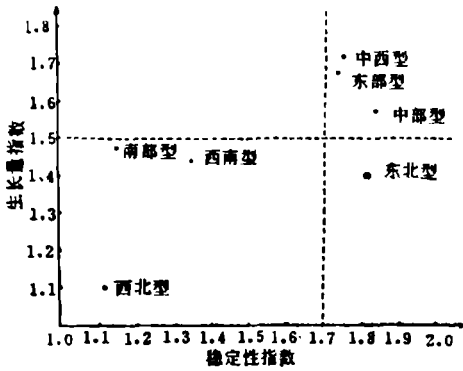


图1 各生态型生长量指数和稳定性指数二维图

黄陵高、低海拔1987~1989年越冬株数减少百分率较大。从表1看,这5个种源在生长量方面的变异不如在稳定性方面的变异大。中西型中生长既稳定又好的种源是黄陵中海拔,其次是正宁;黄陵高、低海拔较差。

(3) 东北型共15个种源。从9年生树高来看,生长较好的有河北平泉、承德;生长最差的是大局子和乌拉山中海拔。从当年顶梢长和胸径来看,平泉仍处第一位;大局子还是最后一位。当年顶梢生长列在前几名的还有宁武、承德等。从1987~1989年株数减少百分率来看,大局子减少最多;其次是干沟门和赤城;承德减少百分率居中;比较突出的是平泉、宁武低海拔和喀旗,株数几乎没有减少。从表1看,东北型中平泉生长较好,而且又稳定;其次是承德、宁城等,大局子生长最差,最不稳定。

(4) 南部型共12个种源。不仅在生长量方面差异大,而且在稳定性方面差异也较大。从9年生树高来看,蒙阴、商县、洛南较好;宁陕低海拔和理县低海拔较差。从当年顶梢长度看,泰山、蒙阴处第一、二位;理县中、低海拔最差。胸径大的是蒙阴、商县;理县较小。从1987~1989年株数减少百分率来看,南部型普遍减少较多。其中减少最突出的是宁陕中海拔。从表1看,生长较好,而且较稳定的种源有泰山、洛南和西峡高海拔;蒙阴虽然生长较好,但稳定性差;生长最差且又不稳定的有理县、宁陕等种源。

(5) 西南型共4个种源,普遍生长一般,且种源间生长量的差异不太大。从1987~1989年株数减少百分率看,差异较明显。其中两当、南坪较高,迭部高海拔较低。

(6) 西北型共6个种源,生长量较差,且稳定性也较差,其中互助低海拔尤为突出。

(7) 中部型共10个种源。从9年生树高来看,太岳低海拔、和顺、中条中、低海拔生长较好;太岳高海拔较差。从当年顶梢长度来看,蒲县、文水、中条高海拔较好。中条低海拔、和顺等胸径也较大。从1987~1989年株数减少百分率来看,中部型有6个种源没有减少,它们是和顺、陵川、文水、蒲县、中条高、低海拔,减少较多的是太岳的三个海拔和中条中海拔。从表1看,中部型生长好又稳定的是文水、和顺、太岳低海拔;太岳高海拔生长差且不稳定。

为了评价种源的地区和海拔效应,还对6个地区、每个地区包括3个海拔的材料做了方差分析(表4)。从表4可看出,地区之间的差异除当年顶梢长度外,其它因子均达极显著水平。海拔效应各因子均未达到显著水平。这说明,尽管从数据上看,海拔之间有一定差异,

数,据此来分析各生态型内不同种源间的变异情况。

(1) 东部型共包括8个种源。从表1生长量因子看,生长较突出的是青龙、开原和迁西;千山、绥中较差。从1987~1989年越冬株数减少百分率来看,抚顺没有减少;青龙、迁西减少较小。生长好而又稳定的种源是青龙和迁西;开原生长较好,但稳定性差些;抚顺稳定性好,但生长差些。

(2) 中西型共5个种源。在生长量方面正宁和黄陵中海拔表现较好。从稳定性看,

表 4 种源的地区和海拔效应方差分析

因 子	F 比 值		
	区 组	地 区 间	地 区 内 海 拔
9 年生树高	1.15	4.70**①	0.94
当年顶梢长	2.38	1.78	0.58
胸 径	0.551	10.04**	1.48
折干(次/株)	1.26	4.91**	0.83
越冬减少株数②	8.13**	11.73**	1.39

①**示0.01水平显著; ②1983~1987年减少株数。

但海拔效应远不及地区效应明显。

2.3 生态型间的变异和生态型内种源变异的比较

从试验结果看,生态型间的变异要比生态型内种源的变异大,这点从表2的方差分量可看出。9年生树高、当年顶梢长、胸径这3个生长量因子生态型方差分量均在50%以上,而生态型内种源方差分量在45%左右。从1982~1983年、1984~1985年、1987~1989年株数减少百分率和平均每株折干次数来看,只有1987~1989年株数减少百分率生态型内种源的差异达到极显著水平,其余均未达到显著水平。在1987~1989年株数减少百分率的变异中,生态型方差分量占52.84%,而生态型内种源方差分量只占34.41%,因此,上述总的反映了生态型间的变异幅度要比生态型内种源的变异幅度大。从生长量因子和适应性因子中又发现,生长量因子生态型内种源的变异普遍比适应性因子生态型内种源的变异明显,这从方差分量结果中也能反映出来。3个生长量因子生态型内种源方差分量均在45%左右,而适应性因子中的生态型内种源方差分量大都在37.3%以下。

3 结语与讨论

对油松全分布区60个种源9年研究认为,无论是生态型间,还是生态型内种源间都广泛地存在着地理变异。但生态型间的变异要比生态型内种源的变异要大些。由于本试验地处北京地区,对北京地区而言,合适的生态型选择是中西型、东部型和中部型。东北型尽管较为稳定,但生长量不很高。西北型生长差且不稳定,南部型和西南型也是如此。

尽管生态型内种源变异幅度不及生态型间的变异大,但生态型内种源变异也是明显的,不能忽视。从试验结果看,有的生态型内种源间在生长和稳定方面的差异非常显著。以东部型为例,青龙、迁西表现既稳定、生长又好,而千山、绥中则较差。青龙和千山相比,9年生树高相差近28%。因此,注重生态型内种源选择也是很有必要的,尤其在生长量方面的选择时更是如此。

海拔效应曾另文专门研究过^[4],但那时的材料仅限5年生,到本文9年生时,海拔效应反而不突出了。尽管不同海拔的种源在一些因子表现上有一些差异,但这个差异与地区间的差异(或生态型的差异)相比是较小的。因此,在进行种源选择时,可以不考虑海拔这个因素。

油松目前是9年生,刚进入速生时期,因而进一步研究油松地理变异规律是很有必要的。

参 考 文 献

- [1] 徐化成等, 1982, 油松生物系统学的研究, 林业科学, 18(3): 225~236。
[2] 徐化成等, 1986, 油松气候生态学的研究, 林业科学, 22(1): 10~20。
[3] 徐化成等, 1981, 油松天然林的地理分布和种源区的划分, 林业科学, 17(3): 258~270。
[4] 徐化成等, 1987, 油松垂直变异的研究, 内蒙古林学院学报, (1): 1~6。
[5] 徐化成等, 1984, 油松地理变异的初步研究, 北京林学院学报, (2): 57~72。
[6] 唐季林等, 1989, 油松抗寒性与种源关系的研究, 北京林业大学学报, 11(1): 53~60。
[7] 北京林学院, 1980, 数理统计, 中国林业出版社。

*A Study on the Variation among and within Ecotypes
of Pinus tabulaeformis*

Xu Huacheng Li Changxi Tang Qian

(Beijing Forestry University) (The Research Institute of Forestry CAF)

Abstract The research on the variation among and within ecotypes of *Pinus tabulaeformis* was conducted and the differences among the provenances from different elevation origins in the same ecotype was also studied. The results show that there are significant differences in growth both among the ecotypes and differences within the ecotypes. Moreover, the variations among the ecotypes are more important than those within the ecotypes. No significant differences were found among the provenances from different elevation origins in the same ecotype.

Key words *Pinus tabulaeformis*; ecotype; variation