

油松地理变异及种源选择的研究*

李书靖 周建文 刘 健

(甘肃省林业科学研究所)

摘要 本文对油松两批种源(共36个)在甘肃四个试验点的生长等性状进行了观测研究。所得的资料进行单点、多点方差分析和相关分析。结果表明:种源间差异极显著,种源与立地存在一定的交互作用,种源生长与年龄呈极显著正相关,油松地理变异趋向于不连续变异的格局。经17个变量的主分量分析和各种源生态价、生产力的计算,将参试油松种源分成速生型、中生型和慢生型三类。分布在陕西、河南一带的种源适应性强,生长速度快;分布在边缘地带的种源,普遍生长缓慢。并综合选择出一批适合甘肃不同气候类型的优良种源。

关键词 油松;种源试验;地理变异

油松种源试验自1979年以来,开展了两次全分布区试验,1988年又进行了局部分布区试验,并营造了种源、林分、家系三水平试验林,从第一次试验开展至今已有11年。由于在苗期和幼林初期(6年生)作过两次总结^[1,2],本文着重叙述种源的变异,种源与环境的交互,种源分类与选择等方面的研究结果,为今后甘肃油松品质的改良和种子基地建设提供依据。

1 试验点概况

甘肃省油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)主要分布在陇东、陇南一带山地。陇中黄土区人工造林面积也越来越大。为了解不同种源的适应性和各造林地区优良种源的选择,根据全省的气候类型,分别在中部地区的兰州市,陇东山地的正宁县以及陇南林区的天水县、两当县布设4个试验点,试验林面积共8.7 ha,其自然概况见表1。

表1 各试验点自然概况

地 点	纬 度 (° ')N	经 度 (° ')E	年均气温 (℃)	一月均温 (℃)	年降水量 (mm)	海 拔 (m)	土 壤
兰 州	36 03	103 53	9.1	-6.9	327.7	1660	淡灰钙土
两 当	33 55	106 18	11.4	-1.2	632.5	1250	暗棕壤
正 宁	35 30	108 21	8.3	-5.3	623.5	1600	褐色土
天 水	34 33	105 53	10.9	-2.4	507.6	1500	褐色土

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

供试种源种子由协作组统一安排采集和交换。第一次试验共18个种源,第二次试验共26

本文于1990年7月5日收到。

*本项目研究属“七五”国家攻关“油松种源试验”一部分,主持单位为中国林科院林研所,总负责人徐化成。参加该课题工作的还有宋国贤、王锡信、陈翠莲同志,特此致谢。

个种源(其中一个为对比的巴山松种源)。兰州、正宁试验点用靖远种源作对照；天水、两当试验点用两当种源作对照。种子样本来自我国北方12个省(区)。

2.2 试验方法

试验的田间布设均采用随机区组排列。试验林的小区株数、重复次数以及造林密度等见表2。调查观测项目主要是高、径生长量，当年高生长，生长节律，针叶长，保存率，结实情况，物候期等。调查测定数据应用生物统计学方法^[3]，进行单点、多点方差分析，显著性检验，相关分析，主分量分析以及计算生态价和生产力等^[4]。

表2 种源试验林田间设计

地 点	苗 期		造 林 期			备 注
	育苗方法	重复次数	小区株数	重复次数	株 行 距 (m)	
兰州市大青山	容 器 苗	4	12	4	1.5×2.0	第一次试验
天水党川林场	裸 根 苗	4	12	6	1.5×2.0	第一次试验
两当陈梁林场	容 器 苗	4	16	5	2×2.0	第二次试验
正宁中湾林场	容 器 苗	4	12	4	1.5×2.0	第二次试验
兰州大青山、徐家山	容 器 苗	4	16	4	1.5×2.0	第二次试验

3 结果与分析

3.1 种源间生长量的差异

两次试验各种源历年的高生长方差分析 F 值列表3。表3可见,油松种源间差异程度随着年龄的增大而逐渐缩小。高生长的极值之比,第1、2年为1.9~2.0,第7年为1.6~1.7,第11年为1.3左右,但历年的生长差异仍达到极显著水平。各试验点种源的生长情况见图1、2。按1989年生长期末的高生长量排列,各试验点名列前五名的种源,第一次试验的兰州点有:黄陵、洛南、两当、南召和汾阳;天水点有:洛南、黄陵、南召、建平、和顺。第二次试验的兰州点有:黄陵、两当、南坪、绥中、中条山;两当点有:商县、迁西、广元、黄陵、栾川;正宁点有:商县、栾川、黄陵、两当、宁陕。由此可以看出,陕西和河南两省种源显著优于其他种源,辽宁的建平、绥中,山西汾阳、和顺,河北迁西以及四川的南坪、广元种源在甘肃生长表现较好。甘肃对照的靖远种源生长普遍较差,两当种源在各试验点表现差异较大,东部正宁点和中部兰州点表现为速生。在南部区的天水点,苗期表现为速生,随年龄

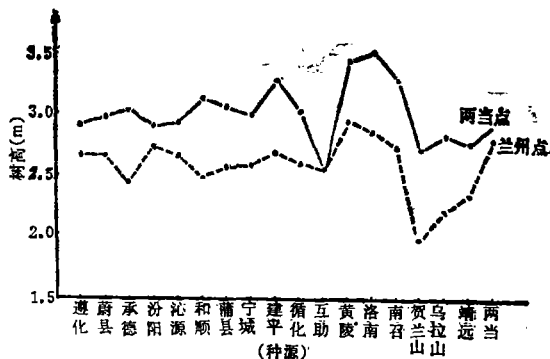


图1 11年生油松2个种源生长曲线

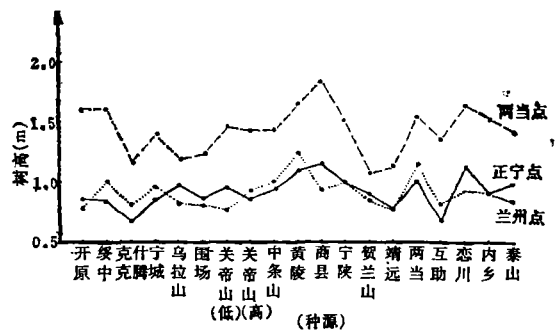


图2 7年生油松3个种源高生长曲线

增大长势逐渐减慢。两次试验生长表现最差的是宁夏贺兰山、青海互助、内蒙乌拉山和甘肃靖远等种源。径生长差异与高生长基本一致。

表3 油松种源间2~11年生高生长方差分析的F值和极值

项目	第一次试验				第二次试验					
	兰州点		天水点		兰州点		两当点		正宁点	
	F值	极值	F值	极值	F值	极值	F值	极值	F值	极值
2	2.13	0.6~0.11	11.19	0.7~0.14						
3	6.16	0.13~0.27	8.39	0.13~0.24						
4	7.84	0.20~0.38	4.92	0.23~0.39						
5	9.00	0.30~0.64	3.11	0.38~0.59	6.53	0.3~0.7	17.66	0.3~0.7		
6	6.21	0.54~1.04	4.86	0.54~0.97	5.17	0.10~0.20	28.94	0.7~0.17		
7	7.73	0.84~1.44	5.69	0.89~1.46	10.05	0.15~0.31	6.84	0.19~0.36		
8	5.11	1.06~1.70	4.94	1.26~1.99	11.82	0.15~0.38	8.52	0.34~0.65	13.66	0.20~0.39
9	3.76	1.55~2.22	7.98	1.63~2.57	4.61	0.33~0.61	7.25	0.56~0.93	12.45	0.24~0.52
10	3.03	1.98~2.61	3.71	2.20~3.08	3.66	0.49~0.90	6.55	0.79~1.33	9.57	0.42~0.81
11	2.17	2.20~2.94	4.97	2.65~3.50	2.70	0.77~1.25	6.09	1.09~1.84	5.08	0.67~1.16

注：第一次试验：5%显著水平1.77，1%显著水平2.22。第二次试验：5%显著水平1.63，1%显著水平1.98。

3.2 种源高生长与年龄的相关

据两次各试验点树高的相关分析表明，油松种源高生长与年龄的相关均达到极显著水平，相关系数一般在0.74~0.98之间，而且随着年龄增大相关愈趋紧密。试验结果得知，种源生长的优劣，从苗期就可以基本反映出来，凡苗期生长好的种源，幼林期生长也好，而苗期生长差的种源，幼林期生长也差。从油松种源高生长与年龄相关结果证明，早期预测优劣种源是可行的，选择时间从造林后第3年较为可靠。

3.3 种源与环境互作

据两次试验的多点树高方差分析结果表明，种源×年代、种源×地点差异极显著(表4)。这就反映了油松不同种源在不同年代和不同地点，有较强的互作效应，说明同一种源在不同造林地点适应性是不一样的。同时也证明油松造林不仅要适地适树，而且也要重视适地适种源。从两次试验的树高生长趋势可以证明，凡第一次试验生长好的种源，在第二次试验中生长也好，两次试验各种源的差异基本相似，这也反映了油松种源间的差异，存在着较稳定的遗传性差异。

表4 树高多点方差分析

变异来源	第一次试验					第二次试验					
	平方和	自由度	均方	方差比	值 $F_{0.01}$	平方和	自由度	均方	方差比	值 $F_{0.01}$	
种源间	6.5054	17	0.3827	239.18	2.23	种源间	1.9278	18	0.1071	53.55	2.12
年代间	96.6445	5	19.3289	12080.56	3.26	年代间	17.4342	3	5.8113	2905.65	3.93
地点间	8.5443	1	8.5443	5340.18	6.96	地点间	6.9871	2	3.4935	1746.75	4.82
种源×年代	1.3469	85	0.0158	9.875	1.69	种源×年代	0.2225	54	0.0042	2.10	1.73
种源×地点	0.909	17	0.0054	3.375	2.23	种源×地点	0.6795	36	0.0189	9.45	1.84
年代×地点	0.1060	5	0.0212	13.25	3.26	年代×地点	0.6328	6	0.1055	52.75	2.99
机误	0.1381	85	0.0016			机误	0.2178	108	0.0020		

3.4 适应性的差异

造林成活、保存率的高低是种源对环境条件适应性的综合反映。据历年各试验点的调查(表略),油松不同种源在各试验点的保存率差异显著。调查结果表明,自然条件好的试验点,种源间的保存率差异较小,而自然条件差的试验点,种源间的保存率差异较大。保存率高低与高生长有密切的关系,一般生长好的种源保存率较高,生长差的种源保存率较低,两者呈极显著的正相关。从两次试验结果看,不同气候类型对油松的生长有很大的影响,在半湿润地区营造的试验林平均生长量比在半干旱地区的生长量大得多,而且随着年龄的增大生长差异更加明显。据此试验认为,甘肃中部半干旱区油松造林应以绿化为主;从用材角度出发,今后发展油松应重点放在甘肃的东南部,以充分发挥它的生长优势。

3.5 种源的地理变异

油松种源历年的高生长与产地位置及主要气候因子相关分析结果说明(表略),第一次试验两个试验点的种源高生长与经纬度几乎不相关;树高与温度和降水量两因子,有的年度不相关,有的年度呈中度正相关;树高与海拔高度则负相关极显著。第二次试验各试验点历年树高生长与经纬度多数呈不相关,只有少数呈显著相关,其他因子的相关性与第一次试验相似。两次全分布区试验结果可初步看出,在油松中心分布区内的种源普遍优于分布在边缘地带的种源。油松水平距离变异趋向于不连续变异的特点^[6]。垂直高度变异总的趋势是,由低海拔到高海拔,种源生长逐渐变慢,但同一种源不同垂直高度其子代生长量差异较小。据此,在同一气候类型内部分别不同垂直高度采种似乎没有多大的必要性。但油松全分布区试验中海拔与种源的高生长大多呈显著或极显著的负相关,这是否与油松自然分布的不连续性,水平分布跨度广,相对海拔高差大,以及各生态型气候复杂多样性有关,同一生态型的不同海拔高度与生态型之间的不同海拔高度,其气候诸因子的差异,后者比前者就要大得多。

3.6 种源选择

油松种源研究证明,种源间的生长和适应性状有着明显的差异,种源与立地有较强的互作效应。据此,油松种源的分类和选择,对实行种子的合理调拨和造林中选择优良种源具有重要的现实意义。

3.6.1 主分量分析 从第一次试验的兰州点历年数据中共选用17个变量进行主分量分析(表略)。其结果是,第一主分量的贡献率为64.0%;第二主分量为11.9%;第三主分量为7.3%。三个主分量的贡献率为83.2%。说明选用前三个主分量已能代表足够的信息量。在17个变量中,对第一主分量影响较大的是树高、胸径和保存率等;对第二、三主分量关系较紧密的千粒重、发芽速度及子叶数等。

3.6.2 绘制二维排序图 两次试验各试验点的种源二维排序情况可见(图略),种源簇状成团较为明显。根据种源生长性状等综合表现,并按照种源点簇聚状态及就近归类的原则,将它们划成三大类,第一类为速生型种源;第二类为中生型种源;第三类为慢生型种源。由于甘肃省油松造林主要在东部、南部和中部三个类型区,第一次试验天水点和第二次试验两当点均属于南部区,因此归纳在一起叙述。

东部区速生型种源有陕西商县、黄陵;河南栾川;山西关帝山;甘肃两当。慢生型种源有开原、绥中、克什克腾、宁城、互助、靖远等,其他均为中生型种源。

南部区速生型种源有陕西黄陵、洛南、商县;河南栾川、南召;四川广元;河北迁西;

辽宁绥中。慢生型种源有互助、贺兰山、乌拉山、靖远、克什克腾、围场、管涔山等。其他均属中生型种源。

中部区速生型种源有陕西黄陵、洛南；河南南召；四川南坪；山西中条山、沁源、汾阳、和顺；辽宁建平；甘肃两当。慢生型种源有贺兰山、乌拉山、靖远、克什克腾、广元等，其他为中生型种源。

3.6.3 优良种源选择 以第一主分量在横坐标的排序为主要依据，同时，综合第一次试验的18个种源和第二次试验的19个种源，进一步计算其各种源的生态价和生产力(图略)，从而选择生产力高而稳定性好的种源供生产上应用。综合上述的分析，初选出各造林地区的优良种源。东部区是：商县、黄陵、栾川、两当；南部区是：洛南、黄陵、南召；中部区是：黄陵、两当、洛南。此外，必须指出的是山西种源在甘肃中部地区表现比较好；河北迁西、四川南坪和广元种源在南部地区表现较好，应视其后期生长进行选择。建平种源生产力较高，而且有效好的稳定性，由于该种源的采种林分为人工林，有待进一步观察。

3.6.4 选择效果 种源选择旨在选择适应性强，且生长速度快的种源，从而提高造林成效，增加经济收入。而经济效益的高低主要是以种源的生长量大小来衡量。试验表明，种源选择其效果非常明显。如东部区选的最优种源7年生时，平均树高生长为对照种源高生长的141.0%，相当于最差种源高生长的164.2%；南部区和中部区的最优种源11年生时，分别为对照种源和最差种源的115%、133.1%和122.7%、146.4%。根据第一次试验两个试验点共18个种源遗传增益估算^[9]，树高增益为18.6%。由此可见，选用优良种源造林，可望获得较大的增产效益。

4 结语与讨论

(1) 两次全分布区试验结果表明：油松不同种源的生长性状存在明显的差异。最优种源高生长比最差种源的高生长大33.6%~73.1%，比甘肃省对照种源高生长平均大19.1%。根据甘肃省油松造林地区的自然条件，中部区应以绿化为主要目的，选用优良种源可以更好地提高和发挥造林生态效益；东部区和南部区通过种源选择，可获得较大的经济效益。

(2) 试验表明：①油松地理变异趋向于不连续变异的格局，因此将参试种源归成速生型、中生型和慢生型三类。②种源与造林区气候类型互作效应的揭示，为甘肃省各造林区选择适宜种源提供了依据。

(3) 以黄陵、洛南、商县为代表的陕西省种源和以南召、栾川为代表的河南种源，在甘肃省的各造林区不但生长好，而且适应性强，具有较高的生产力。以两当为代表的小陇山一带种源，在当地表现中等，而在兰州和正宁试验点表现速生，适宜在东部和中部造林。分布边缘地带的内蒙乌拉山、宁夏贺兰山、甘肃哈思山和青海互助等种源，生长速度慢，应控制调种，一般不宜发展。

(4) 鉴于适宜甘肃省的优良种源多集中在陕西和河南省境内，而这些地区不能提供生产用种的实际情况，为此建议：首先尽早着手收集黄陵、洛南、栾川等优良种源的种子，在中部地区选择自然条件较好的地方建立种子生产基地，为甘肃省各造林地区提供生产力较高的优质种子。其次，在继续搞好油松种子园的基础上，加强对当地优树的子代测定工作，尽快建立第二代种子园。对新扩建的种子园，应以种源试验为主要依据，在积极引进优良种源繁殖

材料的同时，并可利用现有种源林，从优良种源中选择优良单株，建设遗传增益高的新型良种繁育基地，不断提高油松良种化水平。

参 考 文 献

- [1] 李书靖等, 1983, 油松种源试验苗期观察报告, 甘肃林业科技, (2): 13~20。
- [2] 李书靖等, 1985, 油松种源试验幼林初期阶段初报, 林业科技通讯, (7): 21~24。
- [3] 北京林学院, 1980, 数理统计, 中国林业出版社。
- [4] 白榆种源研究协作组, 1989, 白榆种源的地理变异和基因型稳定性, 林业科学研究, 2 (4): 334~343。
- [5] 徐化成, 1986年, 油松气候生态型的研究, 林业科学, (1): 10~20。
- [6] 南京林学院, 1984, 林木良种选育方法, 中国林业出版社。

Geographic Variation and Provenance Selection of Pinus tabulaeformis

Li Shujing Zhou Jianwen Liu Jian

(Research Institute of Forestry, Gansu Province)

Abstract The provenance test of *Pinus tabulaeformis*, including 36 seed sources, was conducted in 4 locations in Gansu Province. The results show that there are significant differences in growth among the provenances and the interactions between provenances and sites are also significant. Based on the growth performance, the provenances of *Pinus tabulaeformis* are divided into three growth-types, e.g. fastgrowing type, middle-growing type, low-growing type. The provenances from Shanxi and Henan Province are suitable because of their fastgrowth and stable performance. The provenances from the border of the distribution of *Pinus tabulaeformis* have unstable performance and lowgrowth.

Key words *Pinus tabulaeformis*; provenance test; geographic variation