

侧柏地理变异的研究*

施行博

(中国林业科学研究院林业研究所)

郑吉联 曲绪奎

(山西省稷山县林场) (山东省平阴县林业局)

摘要 在51个不同种源苗期和21个种源7年生幼林基础上,以适应性为主,观测了不同产地种子性状、苗木生长节律以及幼林抗性、生长等变异规律。结果表明幼林表现南方种源树高大于北方种源,其中尼山种源最高,为最低的2.4倍。侧柏群体变异中的高生长量随温度和降水量增加而增大,东南种源优于西北种源的变异趋势,而西北部种源生长稳定性和适应性比东南部强,据此将侧柏种源划分为七个类群。

关键词 侧柏 种源试验 地理变异

侧柏(*Platycladus orientalis* (L.) Franco)对气候适应性强,耐干旱、瘠薄,抗病虫,寿命长。是我国华北石质山地、西北黄土高原以及华东、华中部分地区的重要造林绿化树种。侧柏长期生活在各种生态环境中,形成了不同的种内遗传变异,利用这种变异,对提高林分产量和对不良环境的适应性,加速荒山绿化具有重要作用。为了选择适宜的种源造林提高产量,我们于“七五”期间,在山西稷山县林场、山东平阴县大寨山林场进行了侧柏种源试验研究。

1 试验点概况

山西省稷山县林场位于 $110^{\circ}55' E$; $35^{\circ}23' N$ 。年平均气温 $11.7^{\circ}C$,极端最高气温 $38^{\circ}C$,极端最低气温 $-20^{\circ}C$,年降水量 $500 mm$,无霜期 $200 d$ 。种源林面积 $2 hm^2$,土壤属粘土。山东省平阴县大寨山林场位于 $116^{\circ}30' E$; $36^{\circ}15' N$,年平均气温 $13.6^{\circ}C$,极端最低气温 $-18.9^{\circ}C$,年平均降水量 $600 mm$ 。造林地海拔 $380 m$,成土母质板状石灰岩,土壤为粘壤褐土, $pH 7.0$ 。

2 材料与方 法

2.1 材料来源

在全国17个省(区)内统一采集了21~51个不同侧柏种源种子。采种林分均为当地种源,

1991—09—02收稿。

* 本研究为国家“七五”科技攻关专题“侧柏种源试验和分布区划研究”(75—07—01—07)的部分内容。

林龄达结实盛期的天然或人工林, 各种源地理位置见表 1。

表 1 种源地理位置与千粒重、发芽势的关系

编 号	种 源	经 度 (° ' E)	纬 度 (° ' N)	千粒重 (g)	发芽势 (%)	编 号	种 源	经 度 (° ' E)	纬 度 (° ' N)	千粒重 (g)	发芽势 (%)
1-01	辽宁 凌源	119 21	41 14			7-01	甘肃 合水	108 41	36 07	23.71	29
1-02	北镇	121 42	41 48	23.47	27	7-02	两当	106 18	33 55	26.52	6
2-01	内蒙 乌拉山	109 17	40 44	25.15	76	7-03	徽县	106	33 56	27.21	17
2-02	准格尔旗	110 48	39 36			8-01	山东 淄博	117 51	36 30	21.84	52
3-01	北京 密云	116 50	40 23	22.09	71	8-02	长清	116 44	36 36	23.41	29
4-01	河北 遵化	117 57	40 12	22.97	21	8-03	平阴	116 30	36 15	21.28	27
4-03	灵寿	114 20	38 20	20.41	14	8-04	历城	117 06	36 22		5
4-04	赞皇	114 21	37 40	26.30	38	8-07	泰安	117 05	36 05	22.07	
4-05	涉县	113 30	36 30	20.87	15	8-08	沂源	118 17	36 20	28.33	42
5-03	山西 孟县	113 15	38 10	26.72	66	8-09	枣庄	117 33	34 52	22.38	39
5-04	太原	112 30	37 48	27.28		9-01	河南 林县	113 48	36	21.77	42
5-05	关帝山	111 30	37 54	28.77	77	9-02	辉县	113 42	35 24	25.13	42
5-07	石楼	110 50	36 59	27.05	26	9-03	民权	115 06	34 36		
5-10	大宁	110 45	36 28	26.66	25	9-04	登封	113 03	34 30	20.97	25
5-11	长治	113 12	37 19	22.46		9-05	禹县	113 10	34 12	23.98	59
5-12	稷山	110 57	35 35	26.86	42	9-06	嵩县	112	34 30	25.63	32
5-13	晋城	113 07	36 35	27.37	57	9-07	郟县	113 18	33 54	21.15	44
5-14	永济	110 25	34 55	28.53	20	9-09	永城	116 18	33 54	20.97	38
6-01	陕西 府谷	110 51	39 07	30.36	73	9-10	淅川	116 56	33 19	21.74	43
6-02	志丹	108 48	36 37	31.01	38	9-11	确山	114 02	32 42	21.45	32
6-03	黄陵	109 16	35 35	32.84	8	9-12	泌阳	113 48	32 48	22.49	52
6-04	宜川	110	36 04	26.20	40	9-13	罗山	114 30	32 12	22.69	55
6-06	淳化	108 21	34 47	24.44	14	10-01	江苏 徐州	117 09	34 17	28.57	52
6-07	华阴	109 9	34 26	23.06	38	11-01	四川 绵阳	104 47	31 29	19.57	11
6-09	洛南	110 04	34 06	32.34	31	13-01	贵州 黎平	109 09	26 14	20.46	10
6-10	凤县	106 36	33 57	28.21	8						

2.2 方法

2.2.1 试验设计 田间试验采用随机完全区组设计, 重复 5 次。苗期试验每小区 50 株以上; 造林试验株行距 1.5 m × 2 m, 单或二、三行试验小区, 含 16~25 株, 设置保护行。

2.2.2 观察项目 种子性状有千粒重、种子长度、种子宽、发芽势、子叶出现期; 记录苗期高径生长、萌动、封顶期、主根长度和根总长、侧根数、根干重、越冬受害程度等。幼林期有造林成活率、逐年高径生长、抗旱性等性状。并对各项调查数据进行了数理统计分析。

3 结果和分析

3.1 种子差异性分析

47 个种源种子千粒重平均值为 24.57 g, 变幅为 18.57~32.84 g (表 1), 种源间差异极显著, 最重种源 (黄陵) 是最轻种源 (绵阳) 的 1.67 倍。不同种源种子重量与纬度相关系数 $r = 0.32$, 表明与纬度呈正相关, 而与经度不相关。51 个种源种子的长、宽、厚分别变动在 0.57

~0.73 cm、0.29~0.39 cm、0.28~0.33 cm之间,不同种源种子长、宽都达极显著水平。

3.2 种子平均发芽率与苗木出土观测

不同种源种子发芽势与种源的地理纬度、千粒重相关不明显。各种源播后出土天数较一致,一般11~14 d,平均生长天数201 d,变幅197~206 d,南部种源略多于北部。在相同面积(0.48 m²)、相同播种量的情况下,不同种源子叶出土总数有差异,变动在15至78之间,大于40的有河南林县、禹县,山东长清、历城、泰安、枣庄,山西稷山,陕西渭南,河南辉县市子叶数77,最高的枣庄为78。

高纬度种源,如山西、甘肃、辽宁等省(区)3月25日前已萌动;而河南、山东、四川、江苏、贵州、陕西种源26日以后才萌动。低纬度种源停止生长较迟。

3.3 各种源苗高生长与纬度的关系

各种源一、二年生苗高与纬度均具有显著负相关,一年生苗偏相关系数为-0.54,二年生苗为-0.43,即南部温湿地带的苗高生长大于北部干寒地带的苗高,各种源一、二年生苗高与经度没有明显相关。苗高大于对照(山西稷山)的有河南永城、确山,江苏徐州,河南泌阳、郟县、嵩县,山东历城、枣庄、沂源、淄博、长清、泰安,河南禹县、罗山、登封、浙川、林县等种源,它们均分布于我国三级阶梯地段的丘陵地区,生长具有优势。河北遵化、涉县、灵寿、赞皇,山西石楼、长治、永济,陕西淳化、华阴、凤县、黄陵、志丹,甘肃徽县、合水种源处于中等水平;西北和北部地区的内蒙准格尔旗、乌拉山,辽宁陵源,北京密云,陕西府谷、宜川种源,生长具明显劣势,以上处于我国二级阶梯地段的黄土高原、太行山和秦岭山地。由此看出侧柏的东南种源生长优于西北种源的变异趋势。以上结果说明侧柏群体变异中,高生长量呈现出随经、纬度减少而增大,随温度和降水量增加而增大的趋势。

3.4 苗期生长

二年生平均苗高43.2 cm,有32个种源比均值大,其中以河南永城最高,其次是河南确山,贵州黎平,河南罗山、嵩县,山东历城,江苏徐州,河南登封、浙川,河北灵寿,河南禹县、泌阳。各种源一、二年生苗高差异极显著(表2),苗高增长量大于20%以上的有河南永城、确山,贵州黎平,河南罗山、嵩县,山东历城,江苏徐州,河南登封;大于15%~20%的有河南浙川,河北灵寿,河南禹县、泌阳;大于10%~14.9%的有河南郟县,河北

涉县,山东沂源,山西晋城,四川绵阳,山东淄博、枣庄、平阴;低于均值17个种源,以内蒙乌拉山最低,其次是山西关帝山、孟县、太原,内蒙准格尔旗,陕西府谷、宜川、黄陵。最高是最低的1.5倍。各种源苗高的多重比较结果表明,河南永城、确山,江苏徐州,贵州黎平等29个种源彼此间差异显著;而内蒙乌拉山,山西大宁、孟县、太原等种源差异不显著。

表2 山西稷山林场51个种源一、二年生苗高方差分析

变异来源	自由度	一年生苗高		二年生苗高	
		均方	F值	均方	F值
种源间	50	230.59	4.33**	544.20	5.98**
区组	4	3214.87	60.36**	282.9	3.11**
误差	204	53.26		91.0	
总变量	259				

3.5 幼林生长

山东平阴林场的试验表明,种源间7年生树高生长差异极显著(表3)。树高生长与纬度呈负相关($r = -0.6409$),相关系数随树龄增加而加大,表现南方种源树高大于北方种源。七

年生各种源平均树高为 259.8 cm，以文山最高，其次是尼山、铜山、襄城、滕县。太原、密云生长差。最高为最低的2.43倍。*L. S. D* 检验结果表明，与当地种源相比，树高达极显著的有文山、尼山，密云，太原，益都。前两个种分别比当地种源高 22.18%、16.54%；后三个种源比当地种源低39.8%、44.7%、49.6%。种源间胸径生长差异显著 ($F = 7.287^{**}$)。胸径生长以文山最大，其次是尼山，这与高生长位次一致，而根径生长以尼山最大，文山近中值，密云最小，最大为最小的1.5倍。种源间根径与胸径的比值差异较大，文山为1.79，尼山2.10，当地种源为2.64，比值大表明树干尖削度大，比值小树干通直，由此看出文山、尼山种源树干通直圆满、尖削度小，干型优良。1~7年生树高生长相关分析结果说明，除三年生因造林影响偏小外，其它各年相关系数均较大，特别是4年生后高生长相关极显著(表4)。

表4 1~7年生树高生长相关分析 (山东平阴)

树龄	2	3	4	5	6	7
1	0.93	0.87	0.93	0.96	0.96	0.96
2		0.95	0.96	0.96	0.95	0.94
3			0.97	0.95	0.93	0.95
4				0.98	0.98	0.96
5					0.99	0.99
6						0.99

表3 山东平阴7年生试验林树高方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值
种源间	20	178 900	8 945	23.45**
区组	4	141 648	35 412	92.8**
误差	80	30 511	381.4	
总变量	83	351 059		

3.6 不同种源早、晚期生长分析

21个种源各年平均树高按林龄、位次进行排列(见图1)，从中看出如下规律：①密云、

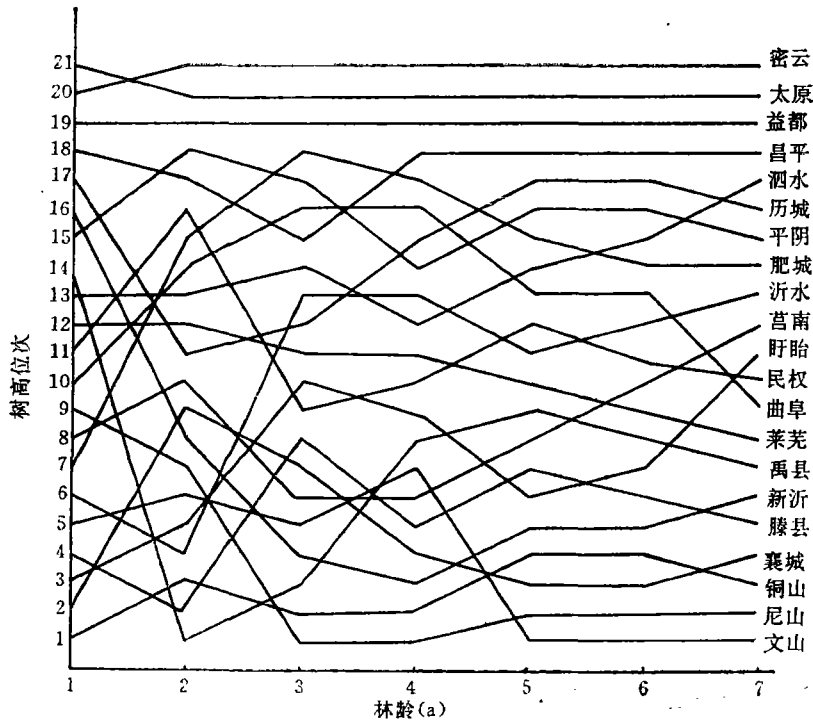


图1 示密云等种源各年树高位次变化(山东平阴林场)

太原、益都种源树高位次始终稳定，对气候等因素反应不敏感，1988年降水量仅为正常年份的一半(317.7 mm)，是建国后有气象记录以来最干旱的年份，三种种源树高年生长率分别为19.4%、21.3%、23.1%，与正常年份一致，表现出明显的抗旱性。其他种源平均为12.5%。由图2看出，从第4年后高生长动态曲线呈直线上升趋势。②文山、尼山、铜山、襄城、新沂、滕县、平阴、肥城、吕平、历城等多数种源在苗期及造林后两年内，树高位次变化较大，从第5年后，位次变化明显趋于稳定。仅在1988年极干旱条件下，高生长率有下降趋势。

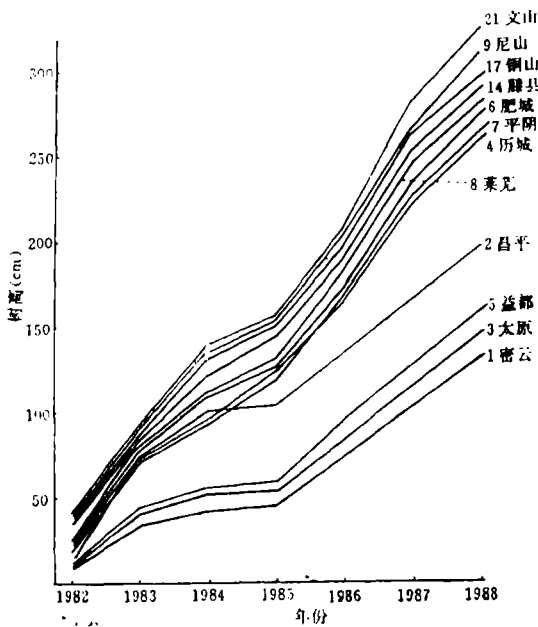


图2 山东平阴林场部分种源历年累积树高生长曲线

③禹县、民权、策茺、曲阜种源5年后树高生长呈上升趋势；盱眙、莒南、沂水、泗水种源高生长又有下降趋势，表明侧柏种源有早期或晚期速生的区别。④南方少数种源从苗期高生长就居首位，多数在3~5年后，树高位次明显上升，居北方种源之前，但在干旱年份，高生长率低于北方种源，平均为11.28%(北方平均为14.9%)。文山种源1988年的高生长率为13.2%，高于南方种源均值，年生长量仍处于21个种源之首，但与1987年相比(1987年降水量590.1 mm)，高生长率下降10%(北方多数种源平均下降8%)，部分单株出现小枝枯黄脱落，有的高达50%，表明文山种源虽生长快，但是不耐干旱。尼山、滕县种源在1988年，虽然高生长率也分别下降7.1%、9.7%，但枝叶浓绿，反映出适应干旱的特点。

各种源抗寒性能不同，山东平阴点一年生越冬苗仅文山受冻害，冻害率为11.6%。在山西雁北点冻害率变幅3.4%~55.3%¹⁾，新沂种源冻害为55.3%，其次为文山、曲阜、历城、沂水、滕县，而密云、吕平冻害率最低，分别为29.7%、13.9%。

4 种源类群划分与结语

在地理变异性状研究基础上，利用稷山林场51个种源，从其生长发育、物候等九项因子进行离差平方和法聚类(图3)，从平方距离18.5处断开可将侧柏种源划分为七个类群：①内蒙准格尔旗、乌拉山属温带草原地带。②山西太原、关帝山、孟县，陕西府谷，属温带草原地带和暖温带落叶阔叶林地带。③辽宁凌源、北镇，北京密云，河北遵化属暖温带落叶阔叶林地带，年日照2600~2900 h；④甘肃合水，陕西黄陵、志丹、宜川，山西大宁属暖温带落叶阔叶林地带，年日照2000~2500 h。⑤河北赞皇，山西石楼、长治、稷山、晋城、永济，陕西淳化、华阴、洛南、凤县，甘肃两当、徽县属南温带半湿润气候区，暖温带落叶阔叶林地带，年日照时数1800~2000 h。⑥河北灵寿、涉县，山东淄博、长青、平阴、历城、

1) 雁北地区林科所，侧柏种源试验总结，1983。

泰安、沂源、枣庄，河南林县、辉县、民权、登封、禹县、嵩县、郑县、永城、淅川、确山、泌阳、罗山，江苏徐州属暖温带落叶阔叶林地带，年日照2 500~2 900 h，本区种源生长较快，是较好的种源区。⑦贵州黎平，四川绵阳属暖温带落叶阔叶林带及亚热带常绿落叶混交林带，年日照1 400~2 500 h。

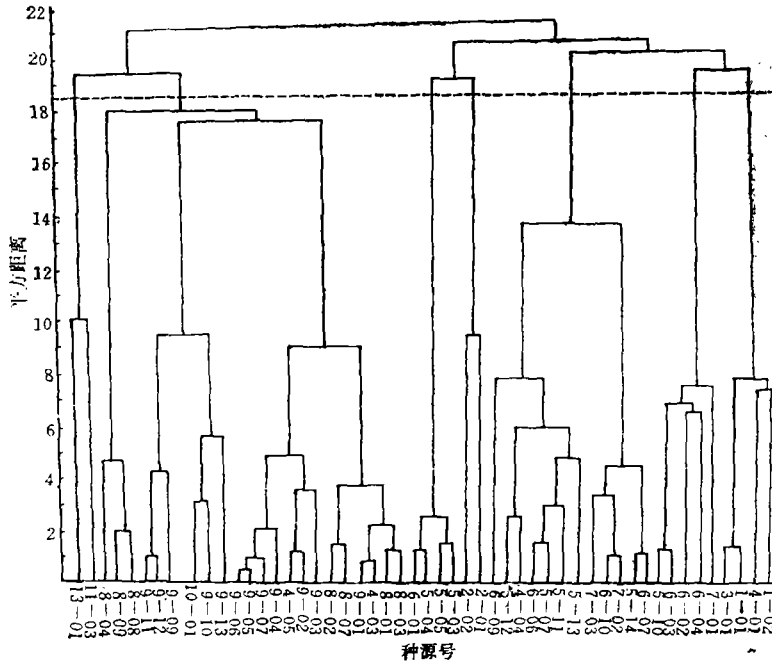


图3 山西稷山林场种源聚类图(各种源详见表1)

综上所述，侧柏不同种源种子重量与纬度呈正相关。在山西稷山试验点，河南永城、确山，江苏徐州种源苗期生长量最高，永城平均高生长为最慢种源的3.5倍。山东平阴七年生试验林表现为南方种源树高大于北方种源，文山、尼山种源最高，最高为最低的2.4倍，但是山东尼山种源抗旱性高于云南文山种源。侧柏群体变异中高生长量随经、纬度减少而增大，随温度和降水量增加而增大，东南种源优于西北种源的变异趋势，而西北部种源生长稳定性和适应性比东南部强。在同一区域内，依照七个类群，尽量保持其自然条件，林业生产发展方向和关键措施的相对一致性，保持连片原则，将侧柏林木种子调拨提供参考依据。

参 考 文 献

- 1 施行博，曲绪奎.侧柏种源苗期试验.林业科技通讯，1987，206(7)：15~16.
- 2 石文玉，施行博.侧柏种子区划.北京：中国林业出版社，1990.
- 3 Wright J W. Introduction to forest genetics. New York: Academic press, 1976.

*A Study of Geographic Variation of Platycladus
orientalis (L.)Franco*

Shi Xingbo

(The Research Institute of Forestry CAF)

Zheng Jilian

(Forest Farm of Jishan County)

Qu Xukui

(Forestry Bureau of Pingyin)

Abstract Based on the provenance trial of 51 seed sources at seedling stage and 21 provenances on young stands at the age of seven and with the adaptability being the main object, observations were made on the seed character, seedling growth rhythm, and drought resistance of the young stand, variation regularity of growth, etc. The result shows that it can be seen that the tree height of the south provenance is higher than that of the north provenance, with the Nishan provenance being the highest, which is 2.4 times higher than the lowest. Among the population variation of *Platycladus orientalis*, typical increment increases with the increase of temperature and precipitation. There appears a trend that the southeast provenance is better than the northwest, while the stabilities and adaptation of the northwest provenance is better than those of the southeast. Therefore, the provenances were classified into seven zones.

Key words *Platycladus orientalis* provenance test geographic variation