

两个温带相思属树种的耐寒性评估*

李纪元¹⁾ 高传璧¹⁾ 郑学为²⁾ 郑方楫¹⁾ 任华东¹⁾ 杨逸平³⁾

(1) 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 311400, 浙江富阳; 2) 福建省邵武市故县林场, 354000, 福建邵武;
3) 湖南省湘阴县第一中学, 410500, 湖南湘阴; 第一作者 34 岁, 男, 副研究员)

摘要 采用电导法并结合原产地气候因子多变量分析, 对温带黑木相思、灰木相思幼林在树种和种源 2 个层次上的耐寒性变异进行了评价。结果表明, 在树种层次上, 两者的耐寒性相差无几, 灰木相思略强于黑木相思; 而在种源层次上, 耐寒性变异达到了极显著差异。黑木相思的低温敏感区为 -4 左右, 而灰木相思则在 -4 ~ -6 之间。在澳大利亚 32°S 以北地区, 昆士兰州的绝大多数种源的耐寒能力差, 仅有新南威尔士州的 LAWLERS 种批表现较好的抗寒性。在凉爽地区的种源中, 有 60% 的种批表现出较高的耐寒能力。耐寒的黑木相思有来自塔斯马尼亚州的 RED CR.、南澳州 GAMBIER 山区、新南威尔士州 LAWLERS 和维多利亚州 BONANG 种批。耐寒的灰木相思有维多利亚州的 SYDENHAM 和 PYALONG、新南威尔士 YASS GUNNING 种批。

关键词 黑木相思; 灰木相思; 种源; 耐寒性; 电导值

分类号 S792.01

黑木相思(*Acacia melanoxylon* R. Br.) 和灰木相思(*Acacia implexa* Benth.) 属含羞草科 (Mimosaceae) 金合欢属(*Acacia* Mill.), 两者为高度近缘种。自然分布于澳大利亚布里斯班以南, 至南澳洲的东南部和塔斯马尼亚岛。处于 16~18 °S, 海拔从南部地区的海平面至新南威尔士州北部山地的 1 250~1 500 m。中心分布区气候凉爽至温暖湿润, 夏季温和。最热月平均最高温 23~26 °C, 最冷月平均最低温 1~10 °C, 年均雨量 750~1 500 mm^[1~3]。

黑木相思和灰木相思木材光滑、平整, 有金黄色光泽, 平均密度 655 kg·m⁻³, 被广泛用于细木家具, 同时也是优良的造纸、防护、水土保持、庭院绿化树种。

近 10 多年来, 黑木相思、灰木相思等温带相思树种已逐渐在我国引种栽培。由于引种地与原产地气候类型的差异, 低温冻害往往成为这 2 个树种引种成功的限制性因素。因而, 选择耐寒性较强的树种和种源成为目前降低栽种风险的主要措施之一。澳大利亚的 S. D. Searle^[4,5] 在 1991 年至 1944 年, 采用电导法对相思属重要树种黑荆树种源和家系的耐寒性进行了研究。本文采用此法, 对黑木相思、灰木相思幼林的耐寒性进行了一次评价, 现将结果整理如下。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点

试验地位于福建省邵武市故县国营林场水北工区, 地处 27°20' N, 117°28' E, 海拔 191.3

* 本研究为国家“八五”林业攻关专题“相思树种纸浆材良种选育”部分内容。野外采样还得到福建省邵武市故县林场刘敏健、王月明、邱祥元和卓国良的大力协助, 谨此致谢。

1995-10-16 收稿; 1998-09-20 收修改稿。

m, 年均气温 17.7, 年均最高温 23.8, 年均最低温 13.7, 年均雨量 1 783.2 mm, 年蒸发量 1 347.6 mm, 极端最低温 - 8.1 (1992-12-08)。试验地为杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 采伐迹地, 坡度 5 ~ 10°, 土层厚 30 ~ 45 cm, 肥力中等偏下, 在当地被划分为类地。

1.2 参试种源

参试种源种子由澳大利亚联邦林研所 (CSIRO) 提供。黑木相思 10 个种源, 分别采自其自然分布区的维多利亚州 (VIC)、新南威尔士州 (NSW)、南澳州 (SA)、昆士兰州 (QLD) 和塔斯马尼亚州 (TAS); 灰木相思 7 个种源, 分别采自维多利亚州、新南威尔士州和昆士兰州。种批的采种地及试验地概况见表 1。

表 1 参试种源产地及试验地概况

编号	种批号	起 源				年总降雨量 / mm
		产 地	纬度/(°)S	经度/(°)E	海拔/m	
灰 木 相 思						
1	18011	YASS GUNNING, NSW	34 37	149 12	600	633
2	15832	SWANSEA, NSW	33 05	151 37	10	882
3	14765	N OF MURGON, QLD	26 08	151 51	300	816
4	14740	SW OF COOYAR, QLD	27 05	151 46	600	952
5	18019	PYALONG, VIC	37 08	144 53	200	752
6	17429	SYDENHAM ORGAN PIPES, VIC	37 40	144 46	90	659
7	18020	YOU YANGS NP, VIC	37 58	144 27	80	959
黑 木 相 思						
8	16272	15 KM S OF BONANG, VIC	37 19	148 42	300	814
9	16725	LAWLERS CK. NNE ST ROUND, NSW	32 11	151 51	150	706
10	16873	5 KM NE YAREANGOBILITY, NSW	35 38	148 30	1 000	1 305
11	16526	25 KM SE MT. GAMBIER, SA	37 57	141 57	40	703
12	17264	SPRING BROOK, QLD	28 14	153 17	750	1 522
13	17263	MT. MEE SELLINS RD., QLD	27 60	152 44	500	861
14	15821	RAVENSHOE, QLD	17 35	145 32	1 000	1 212
15	17010	17 KM FR WOODFORD, QLD	26 50	152 50	250	1 840
16	15863	BLACKWOOD PARK LILEAM, TAS	40 57	145 10	250	1 997
17	18084	RED CR REDPA, TAS	40 55	144 46	50	2 213
试 验 地		福建省邵武市故县林场	27 20 N	117 28	192	1 783

1.3 造林设计

1992 年冬杉木采伐后, 火烧林地杂物, 穴状整地, 穴规格为 50 cm × 50 cm × 40 cm。1993 年春种植时, 每穴施钙镁磷肥 100 g。试验林采用完全随机设计, 4 次重复, 20 株双行小区。

1.4 取样与测定方法

1993 年 12 月 28 日, 于 8 个月幼龄植株上采取叶样, 采样部位为树冠上部。每重复各种源内随机选 3 ~ 5 株样树, 每株采叶 3 ~ 5 片。用塑料打孔器, 从叶上打出直径约 0.7 cm 的完整圆片。按重复内种源混合后, 随机选 3 ~ 5 片, 代表种源的小区叶样。将叶圆片放入 100 mL 有盖三角瓶并置于设定温度的低温冰箱中进行低温处理。设定温度分别为 - 2、- 4 和 - 6, 处理时间为 24 h。在电导仪上测定经低温处理后叶圆片的初始电导值 r_t , 然后将叶圆片置于恒温水

浴中煮沸 30 min, 再重测叶样的电导值为对照(CK)。计算相对电导值 r_c 。经对数转换后进行统计运算。

1.5 采样前幼林低温锻炼过程

在采叶前约一个月, 幼林植株经过一个自然降温过程, 已经受一定的自然低温诱导。此期间有 3 个阶梯式降温过程, 即前 22 ~ 27 d, 日最低温由 13.5 降至 0, 平均日降温达 2.3; 前 7 ~ 21 d, 日最低温处于 5 左右且保持稳定; 前 0 ~ 6 d, 日最低温保持在 -2。在采样期间, 温度已达冬季的最低点。根据新西兰 K. M. Pollock^[6] 等研究, 黑木相思等相思树种的耐寒性有明显的季节变异, 春秋季仅能忍耐 -1.5, 而在冬季则能忍耐 -5.0 低温。因而, 此时采样能反映这 2 个树种的真实耐寒性。

2 结果与讨论

2.1 树种抗寒性差异

在 3 种温度处理下, 树种间相对电导率均无明显的差异, 但灰木相思略强于黑木相思。在 -2、-4 和 -6 下, 树种的平均电导率为 0.179, 0.475 和 0.573。相对电导值随温度降低呈直线上升, 平均上升率为 $0.1 \cdot ^{-1}$ 。结果见表 2。

表 2 种源/ 树种相对电导率及其方差分析

项 目	处理温度/	均 值	变 幅	F 值	显著性
树种	- 2	0.179	0.054 ~ 0.777	4.29	ns
	- 4	0.475	0.099 ~ 0.921	1.22	ns
	- 6	0.573	0.150 ~ 0.927	3.00	ns
种源	- 2	黑 0.112	0.054 ~ 0.202	34.18	* * *
		灰 0.274	0.098 ~ 0.777		
	- 4	黑 0.496	0.260 ~ 0.732	336.04	* * *
		灰 0.444	0.099 ~ 0.921		
	- 6	黑 0.462	0.150 ~ 0.882	1 945.46	* * *
		灰 0.732	0.176 ~ 0.927		

注: * * * 示 0.001 显著差异, ns 示差异不显著。

2.2 种源抗寒性差异

在 3 种处理温度下, 树种内种源间相对电导值均达极显著差异(表 2)。对黑木相思而言, 在 -2 时, 种源差异不明显, 在 -4 时, 差异达到最大, 而到 -6 时, 种源差异又呈下降趋势。这种变异趋势说明, -4 是黑木相思种源较为敏感的温度, 而 -6 已给大多数种源造成较严重的冻害, 因而种源间的差异又缩小。耐寒性较强(r_c 值较小)的黑木相思种源有来自塔斯马尼亚州的 RED CR. (18084)、南澳州 GAMBIER 山区(16526)、新南威尔士州 LAWLERS(16725)和维多利亚州 BONANG(16272), 见图 1。对灰木相思而言, -4 ~ -6 是其较为敏感的温度区。耐寒性较强的灰木相思种源有维多利亚州的 SYDENHAM(17429)和 PYALONG(18019)、新南威尔士州 YASS GUNNING 地区(18011), 见图 2。

来自分布区北端昆士兰州 MURGON、SWANSEA、COOYAR、RAVENSHOE 和 SPRING BROOK, 维多利亚 YOUYANGS NP, 以及塔斯马尼亚州的 BLACKWOOD PARK

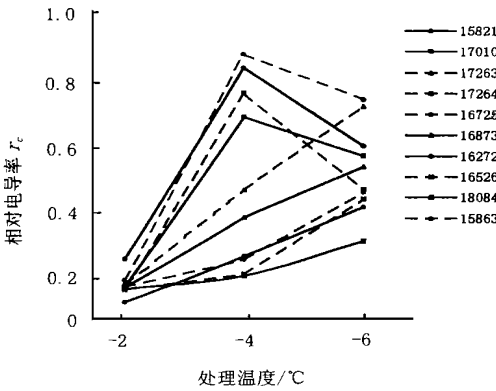


图 1 黑木相思各种源相对电导率

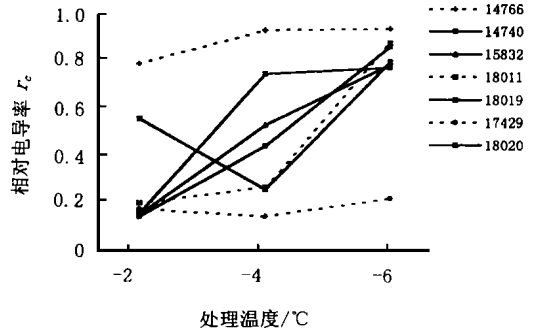


图 2 灰木相思各种源相对电导率

种源耐寒性比较弱。

2.3 种源电导值与原产地气候的相关性

种源耐寒性与种源产地的纬度呈弱相关($r = 0.46$), 与经度($r = -0.34$)和海拔($r = -0.35$)呈弱负相关。与最冷月 8 月平均最低温($r = 0.23$)以及冷季 6 月($r = -0.25$)、7 月($r = -0.24$)的平均降雨量也有一定的相关, 但与原产地极端最低温、最冷季 6 月、7 月平均最冷温以及年降雨量等相关性极弱。这表明在原产地气候类型(无剧烈降温)下, 这两种相思树种的耐寒性表现出多因素变异模式, 既有水平的(纬向和经向), 也有垂直的。

以原产地种源的地理位置、最冷季各月最低温、最高温、最冷季各月雨量、年降雨量等 14 个主要气象指标, 进行主成分(PCR)分析^[7,8], 可将 17 个种源的气候类型划分为凉爽区和温暖区 2 大类, 基本上以 32 °S 为界。

经与电导法测定结果对比检验, 发现温暖区种源的耐寒性普遍较弱, 有 7 个种源属于此气候区, 而其中 6 个种源的电导值较大, 属于耐寒性较弱的种源类型, 相符率达 85.7%。在凉爽区中, 有 10 个种源属于此区, 但耐寒性变异幅度较大。电导值测定显示, 此区种源有较明显的耐寒性强和弱 2 种类型之分。耐寒性强的种源包括 3 个黑木相思和 3 个灰木相思, 相符率达 60%。

3 小 结

首次采用电导值法, 并与多种气候因子的主成分分析与聚类结果相比较, 证实用电导法评估黑木相思和灰木相思的耐寒性具有较高的准确性。因此, 在耐寒种源早期选择中, 可结合田间表现, 缩短选择周期。

经电导法测定, 黑木相思和灰木相思的耐寒性没有明显的种间差异, 灰木相思略强于黑木相思。黑木相思的低温敏感区为 -4 左右, 而灰木相思则在 -4 ~ -6 之间。树种内种源间的变异达到极显著水平。因此, 在 2 个树种内的种源间开展耐寒种源的选择有较大的潜力。

参 考 文 献

1 Boland D J, Brooker M I H, Chippendale G M, et al. Forest trees of Australia. 4th ed. Melbourne: Thomas Nelson and

- CSIRO, 1984. 405 ~ 407.
- 2 Boomsmā C D. Native trees of south Australia (second edition). Woods and Forests Dept, South Australia, Bulletin 1981, 19, 68 ~ 70.
 - 3 Hall N, Stein P P. Summary of meteorological data in Australia. Forest Research, SCIRO, Divisional Report 6, 1981. 1 ~ 20.
 - 4 Searle S D, Owen J V, Williams E R, et al. Genetic variation in frost tolerance of *Acacia mearnsii*. In: Turnbull J W (ed). Advances in tropical *Acacia* Research. Proceedings of an International Workshop held in Bangkok, Thailand, 11 ~ 15 February 1991. ACIAR Proceedings, 1991, 35, 93 ~ 94.
 - 5 Searle S D, Owen J V, Snowdon P. Frost tolerance variation amongst 25 provenances of *Acacia mearnsii*. In: Brown A G (ed). Australian Tree Species Research in China. Proceedings of an International Workshop. ACIAR Proceeding, 1994, 48, 140 ~ 148.
 - 6 Pollock K M, Greer D H, Bulloch B T. Frost tolerance of *Acacia* seedlings. Australian Forest Research. 1986, 16(4): 337 ~ 347.
 - 7 阳含熙, 卢泽愚. 植物生态学的数量分类方法. 北京: 科学出版社, 1981. 80 ~ 85.
 - 8 唐守正. 多元统计方法. 北京: 中国林业出版社, 1986. 102 ~ 125.

Evaluation of Frost Tolerance of Two *Acacia* Species Introduced from Australian Temperate Zone

Li Jiyuan¹⁾ Gao Chuanbi¹⁾ Zheng Xuewei²⁾
Zheng Fangji¹⁾ Ren Huadong¹⁾ Yang Yiping³⁾

(1) The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, 311400, Fuyang, Zhejiang, China;

(2) Guxian Forest Farm of Shaowu City, Fujian Province, 354000, Shaowu, Fujian, China;

(3) The First Middle School of Xianying County, Hunan Province, 410500, Xianying, Hunan, China)

Abstract Frost tolerance of *Acacia melanoxylon* and *Acacia implexa* introduced from the Australian temperate zone was evaluated on basis of conductivity along with multi-variety analysis of Australian climatic factors. There was no significant difference for frost tolerance between the two *Acacia* species, and only slightly stronger frost tolerance of *A. implexa* was found. However, results showed very significant difference for hardiness among the 17 provenances of two *Acacia* species. The sensitizing range of low temperature for *A. melanoxylon* is -4 , and $-4 \sim -6$ for *A. implexa*. Most of provenances from northern areas (Queensland) with further southern latitude of 32°S showed lower frost tolerance with an exception of the seedlot from LAWLERS of NSW. There were 60% of seedlots from cooler areas showing stronger frost tolerance. *A. melanoxylon* seedlots with stronger hardiness are from RED CR. of TAS, GAMBIER of SA, LAWLERS of NSW and BONANG of VIC, and the *A. implexa* seedlots from SYDENHAM and PYALONG of VIC, YASS GUNNING of NSW.

Key words *Acacia melanoxylon*; *A. implexa*; provenance; frost tolerance; conductivity