

# 加勒比松变种及种源选择的研究\*

吕鹏信 潘志刚 向胜国

(中国林业科学研究院林业研究所)

杨民权 曾育田

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

李昌明 程侯才 周新

(广东省遂溪县林业局试验场)

**摘要** 两次多点试验表明,加勒比松种内变种间存在着极为显著的生长差异;变种与环境之间呈明显的交互作用。在雷州半岛,巴哈马变种和古巴变种生长快,抗逆性强,而洪都拉斯变种易受松梢螟及叶枯病危害,表现出很大的不稳定性。在海南岛,巴哈马变种和洪都拉斯变种生长较快,古巴变种的生长速度则明显降低。在变种内,巴哈马变种以巴哈马 Abaco 岛的天然种源和澳大利亚昆士兰 Byfield 的次生种源生长最好,我国湛江的次生种源和巴哈马 Andros 岛的天然种源生长最差。洪都拉斯变种除了 Los Limones 和 Santa Clara 的种源外,其它均生长较好。古巴变种内种源间未表现出明显的生长差异。

**关键词** 加勒比松;变种;种源选择

加勒比松 (*Pinus caribaea*) 原产加勒比海沿岸的洪都拉斯、危地马拉、伯利兹、尼加拉瓜、古巴和巴哈马等国<sup>[1]</sup>,是世界热带低海拔地区最速生的针叶树种之一。由于其适应性强、材质优良、工业利用价值较高,目前引种地区已遍及世界50多个国家。

我国引种加勒比松始于1964年<sup>[2]</sup>,最早引入的是古巴变种 (*Pinus caribaea* var. *caribaea*),70年代又相继引入洪都拉斯变种 (*P. caribaea* var. *hondurensis*) 和巴哈马变种 (*P. caribaea* var. *bahamensis*)。目前种植面积约为2.18万 ha。

加勒比松种内变种及种源间的生长差异早在50年代就受到分类学家和育种学家的广泛注意。70年代英国林研所曾组织力量收集了加勒比松天然分布区40多个种源的材料,在50多个国家进行了联合种源试验,再次证实了变种、种源间生长变异的广泛性以及与立地之间显著的交互作用<sup>[3]</sup>。我国的自然条件与其他热带国家有较大不同,且早期引种材料产地不详或产地单一。因此,选择适合我国不同地区生长的优良变种及种源已成为提高加勒比松引种质量,进行良种选育的迫切要求。

## 一、种源收集和试验布置

1. 种源收集 1983年通过丹麦种子中心收集到加勒比松3个变种共8个种源的种子;

本文于1989年10月25日收到。

\*本项研究为“七五”攻关课题“国内外重要造林树种引种”的一部分。

1984年通过英国林研所获得3个变种共14个种源的种子。产地分布范围为 $13^{\circ}34' \sim 26^{\circ}52' \text{ N}$ ,  $77^{\circ}37' \sim 89^{\circ}30' \text{ W}$ 。各种源所属变种和产地资料详见表1。

表1 参试种源说明

试 验	编 号	变 种	种 子 来 源	纬 度 (° ' N)	经 度 (° ' W)
第 一 次 (1983年)	C-1	洪都拉斯	Alamicamba, Nicaragua	13 34	84 17
	C-2	洪都拉斯	Culmi, Honduras	14 54	85 24
	C-3	洪都拉斯	Olandro, Honduras	15 16	85 42
	C-4	洪都拉斯	La Brea-Colon, Honduras	15 45	86 05
	C-5	洪都拉斯	Poptun, Guatemala	16 15	89 30
	C-6	巴哈马	Andros Island, Bahama	24 30	78 20
	C-7	巴哈马	广东湛江	21 23	110 15E
	C-8	古 巴	Marbajitas, Cuba	22 48	82 57
	C-9	古 巴	Rio, Cuba	22 49	82 57
	C-10	湿地松	广东台山		
第 二 次 (1984年)	C-1	巴哈马	Andros Island, Bahama	24 53	78 07
	C-2	巴哈马	High Rock, Bahama	26 33	78 42
	C-3	巴哈马	Abaco Island, Bahama	26 52	77 37
	C-4	巴哈马	Little Abaco, Bahama		
	C-5	巴哈马	Byfield, Queensland, Australia	22 34	105 34E
	C-6	巴哈马	Australia		
	C-7	巴哈马	广东湛江	21 23	110 15E
	C-8	古 巴	Pinar del Rico, Cuba	22 49	82 57
	C-9	古 巴	Marbajitas, Cuba	22 48	83 29
	C-10	古 巴	广东湛江	21 23	110 15E
	C-11	洪都拉斯	Alamicamba, Nicaragua	13 34	84 17
	C-12	洪都拉斯	Los Limones, Honduras	14 03	86 42
	C-13	洪都拉斯	Poptun, Guatemala	16 21	89 29
	C-14	洪都拉斯	Mountain Pine Ridge, Blize	17 00	88 55
	C-15	洪都拉斯	Santa Clara, Nicaragua	13 48	86 12
	C-16	洪都拉斯	Poptun(优树), Guatemala	16 21	89 29
	C-17	洪都拉斯	广东湛江	21 23	110 15E

种源种子一般都是在对产地有代表性的郁闭天然林分中采集的。采种母树在60~100株之间。

2. 试验布置 第一次试验采用1983年收集的8个种源,另增加产自我国湛江良种场的巴哈马变种的次生种源,以台山种子园湿地松为对照。试验地分别设置在广东省湛江良种场和海南省琼海县上垌林场。第二次试验采用1984年收集的14个种源,另增添产自我国湛江的3个加勒比松变种的各一个次生种源,以湿地松为对照,分别设置在广东省遂溪林业试验场和海南省琼海县白石岭林场。试验地概况如表2。

两次试验分别于1983和1984年11~12月培育容器苗,次年4~7月造林。造林前采用机耕全垦后人工穴状整地,规格为60 cm×60 cm×50 cm。试验排列均采用随机区组设计,25株(5×5)小区,四次重复(上垌林场为3次重复),株行距3 m×3 m。试验地周围设有保护行。

表2 试验地基本情况

地点	纬度 (° ' N)	经度 (° ' E)	海拔 (m)	年均温 (°C)	年降水量 (mm)	土壤	地形
湛江市良种场	21 23	110 15	25	22.8	1771.3	砖红壤性黄色土	平坦
遂溪县林业试验场	21 25	110 15	40	22.8	1775.3	砖红壤	平坦
琼海县上垌林场	19 09	110 00	20	24.0	2670	砖红壤	平坦
琼海县白石岭林场	19 14	110 28	20	23.9	2070	砖红壤	平坦

每年调查因子有：树高、直径、保存率、病害和虫害等级等。数据分析时，采用了中国林科院信息所数理统计软件包。对病害指数在统计前采用  $\arcsin\sqrt{x}$  法转换。

## 二、结果分析

### (一) 变种间的生长差异与选择

1. 生长习性的差异 在广东雷州半岛，洪都拉斯变种和湿地松苗期生长较快，古巴和巴哈马二变种则相对缓慢。在7个月和1年生时，三个变种和湿地松总生长量的排列次序为：洪都拉斯

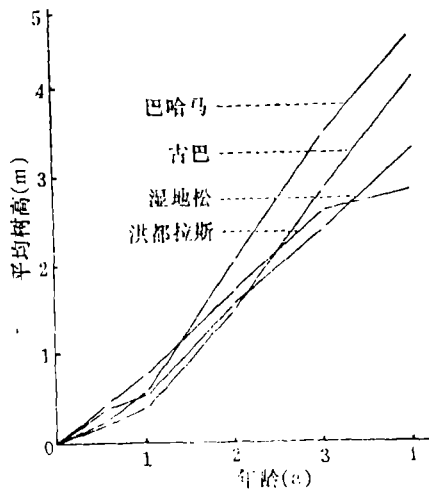


图1 加勒比松三个变种和湿地松的树高生长变化

加勒比松 > 湿地松 > 巴哈马加勒比松 > 古巴加勒比松，它们之间存在着极显著的差异。然而，随着幼林生长，这种情况发生了根本的变化(图1)。到4和5年生幼林时，树种间的生长量差距已逐渐拉大，趋势变得比较明显和平稳，这时的排列次序则变为：巴哈马加勒比松 > 古巴加勒比松 > 湿地松 > 洪都拉斯加勒比松。它们之间的差异也达到极显著的程度(表3)。

上述状况表明了加勒比松三个变种以及湿地松在生长习性和对生态环境适应程度上的本质差异，同时也说明了幼年生长的不稳定性和苗期选择会产生潜在危险。

表3 幼林生长 S 检验

时 间	树 高								胸 径							
	遂溪试验场		湛江良种场		上垌林场		白石岭林场		遂溪试验场		湛江良种场		上垌林场		白石岭林场	
	平均高 (m)	%	平均高 (m)	%	平均高 (m)	%	平均高 (m)	%	平均胸径 (cm)	%	平均胸径 (cm)	%	平均胸径 (cm)	%	平均胸径 (cm)	%
巴哈马加勒比松	4.54 a	160	5.85 a	153	5.25 a	117	4.62 a	105	6.92 a	156	9.78 a	147	8.63 a	107	7.45 a	100
古巴加勒比松	4.10 ab	144	4.57 b	119	4.55 a	102	3.68 b	84	6.33 a	143	8.26 b	124	6.57 b	82	5.74 b	95
湿地松	3.30 bc	116	3.64 c	95	2.37 a	53	2.03 c	46	5.85 ab	132	7.19 bc	108	3.90 c	49	2.98 c	73
洪都拉斯加勒比松	2.84 c	100	3.83 c	100	4.47 b	100	4.39 a	100	4.43 b	100	6.66 c	100	8.03 a	100	7.85 a	38

在海南岛，结果与雷州半岛有所不同，两个点的 4 和 5 龄试验林，虽也以巴哈马变种生长量最大，但洪都拉斯变种的生长量明显提高，与巴哈马变种无明显差异，且显著大于古巴变种和湿地松(表 3)。说明洪都拉斯变种较能适应海南的气候条件。表 4 是对第一、二次试验的多点分析，结果表明，树种与环境之间呈极显著的交互作用。

表 4 树种与环境交互作用分析

项 目	树 高						胸 径						F(α)	
	第 一 次			第 二 次			第 一 次			第 二 次			α = 0.01	
	自由 度	均 方	F	自由 度	均 方	F	自由 度	均 方	F	自由 度	均 方	F	第 一 次	第 二 次
地 点	1	0.095 8	0.342(NS)	1	7.256 9	16.363**	1	0.784 5	0.685(NS)	1	48.160 8	34.138**	7.08	6.84
树 种	3	12.548 4	44.82**	3	14.268 5	32.172**	3	22.499 2	19.658**	3	29.933 7	19.800**	4.13	3.94
地点×树种	3	2.400 8	8.57**	3	9.862 0	22.237**	3	16.628 8	14.005**	3	43.516 9	30.846**	4.13	3.94
剩 余	62	0.280 0		134	0.443 5		62	1.144 5		134	1.410 8			

由雷州半岛到海南，随着纬度降低，湿度和温度的提高，湿地松、巴哈马变种和古巴变种的生长量，基本都呈下降趋势(图 2)，只有洪都拉斯变种的生长量明显提高，呈上升趋势。这说明洪都拉斯变种对湿度、温度条件的要求要比其它二个变种及湿地松高。

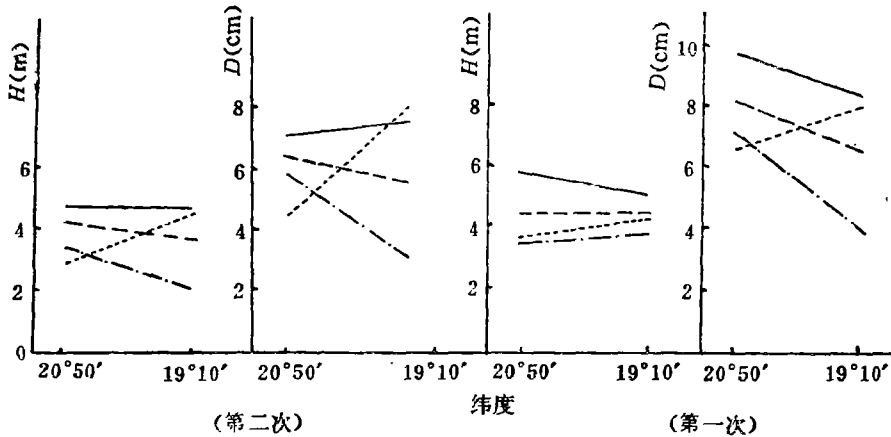


图 2 树种与地点的交互情况

—— 巴哈马    - - - 古巴    ···· 洪都拉斯    - · - 湿地松

2. 抗逆性 树种或种源在同一环境条件下的保存率大小以及对病、虫害的易感程度基本可以反映出其内在的遗传差异和对该环境的适应程度，在特定条件下也会成为决定引种成败的关键因素。三个加勒比松变种和湿地松第一年容器苗造林成活率都较高，一般在 95% 以上，树种间没有表现出明显的不同。但在广东两试验点，造林后历年的保存率都因树种不同而异，存在着极显著差别。图 3 说明了在湛江良种场第一次试验的三个加勒比松变种，保存率逐年变化的情况。洪都拉斯加勒比松变种的保存率下降最快，到第 5 年时，已不到 50%。遂溪林业试验场第二次试验也有相似的趋势。然而，海南岛两个试验点上的洪都拉斯变种保存率有较大提高，树种间在保存率上差异已不明显。

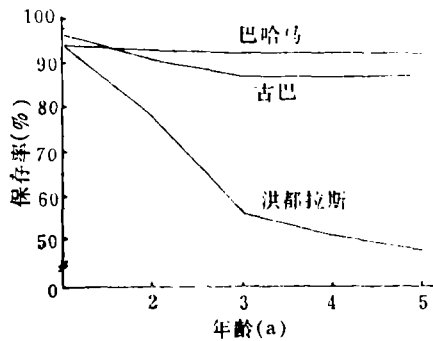


图3 湛江良种场三个加勒比松变种保存率变化

在我国,松梢螟和叶枯病是影响加勒比松生长的最主要虫、病害。加勒比松三个变种和湿地松对它们的易感程度不同,洪都拉斯变种最易受松梢螟危害,且程度严重。一般主干上、下部位以及侧枝受害率可达80%以上,有时可使主干连续断裂3~4次,致使林木生长严重受抑,干形弯曲或出现多干,降低材质。再加上偶而严重的叶枯病,就使林木大量死亡。这也是洪都拉斯加勒比松保存率很快下降的一个主要原因。巴哈马、古巴加勒比松变种和湿地松则表现出很强的抗虫、病能力。在洪都拉斯变种严重受害的地方,生长

正常或受害极轻。一般主干受害率在5%~15%以下。表5是广东两试验点1989年病、虫害调查结果。海南两试验点也有类似趋势。

综合以上分析,可以认为,在我国雷州半岛及两广其他南亚热带地区,巴哈马变种和古巴变种是最为适宜的低地松树造林树种,洪都拉斯变种则病、虫害严重,表现出极大的不稳定性。湿地松可能由于温度太高而生长受抑,已失去生长优势。在海南省热带地区,巴哈马和古巴变种生长良好,洪都拉斯变种生长量和保存率已明显提高,湿地松则表现得更为不适应。

## (二) 变种内种源间的差异及选择

三个加勒比松变种内种源间的生长差异,在第一次试验的两个点中表现得不明显,但在第二次试验的两个点中,巴哈马和洪都拉斯两个变种内种源间的生长存在着极显著差异(表6),古巴变种内种源间仍不明显。这种结果可能与第一次试验中各变种内种源点数目较少有关。

在巴哈马变种内,产自Abaco岛的两个种源生长最好(表6),它们在所有试验点都位居最前列,其次是产自澳大利亚昆士兰Byfield的次生种源。而产自Andros岛的种源以及产自我国湛江的次生种源生长最差。这说明,我国前期引种的巴哈马加勒比松群体遗传品质较差,尚有很大的改良余地。

洪都拉斯变种内种源间的高、径生长在广东雷州半岛呈显著差异,但在海南不明显。总的趋势是,除Los Limones和Santa Clara两个种源生长较差外,其余种源表现良好,其中以产自我国湛江的次生种源表现最为突出。另外,种源在不同试验点排列名次变化较大,说明其交互作用较为明显。这一结果与其他热带国家的试验有相似之处<sup>[3]</sup>。

试验中,古巴加勒比松变种内种源间生长表现很接近,没有显著差异。说明变种内种源间变异不大,群体遗传品质基本一致。这可能与古巴变种在原产地自然分布范围很窄(仅跨纬度1.5°左右),环境变化不大有关。因此,进行林分和个体选择将是今后林木改良的基本途径。

表5 加勒比松变种间病、虫害危害程度的JS<sub>2</sub>检验

树 种	湛江良种场		遂溪林业试验场	
	松梢螟指数	叶枯病指数	松梢螟指数	叶枯病指数
洪都拉斯变种	0.335 A	19.37 A	1.88 A	
古巴变种	0.195 AB	0 B	0.38 B	
巴哈马变种	0.055 B	0 B	0.21 B	
湿地松	0 B	0 B	0.20 B	

表6 加勒比松三个变种内种源间生长差异的q检验 ( $\alpha = 0.05$ )

树 种	湛江良种场①		上涌林场①		琼海白石岭林场②				遂溪县林业试验场②			
	H		D		H		D		H		D	
	(m)	(cm)	(m)	(cm)	(m)	(%)	(cm)	(%)	(m)	(%)	(cm)	(%)
巴 哈 马 变 种	C <sub>6</sub> 5.87	C <sub>7</sub> 9.90	C <sub>7</sub> 5.60	C <sub>7</sub> 9.23	C <sub>4</sub> 5.35	125	C <sub>4</sub> 9.10	139	C <sub>3</sub> 4.96	115	C <sub>3</sub> 7.66	107
	C <sub>7</sub> 5.83	C <sub>6</sub> 9.66	C <sub>6</sub> 4.90	C <sub>6</sub> 8.00	C <sub>5</sub> 5.20	122	C <sub>5</sub> 8.63	132	C <sub>4</sub> 4.82	112	C <sub>2</sub> 7.35	103
					C <sub>3</sub> 4.70	110	C <sub>3</sub> 7.53	115	C <sub>2</sub> 4.76	110	C <sub>4</sub> 7.22	101
					C <sub>6</sub> 4.40	103	C <sub>2</sub> 6.98	107	C <sub>5</sub> 4.66	108	C <sub>5</sub> 7.19	101
					C <sub>2</sub> 4.32	101	C <sub>1</sub> 6.70	102	C <sub>6</sub> 4.36	101	C <sub>7</sub> 7.15	100
					C <sub>7</sub> 4.27	100	C <sub>6</sub> 6.65	102	C <sub>7</sub> 4.31	100	C <sub>6</sub> 6.77	95
					C <sub>1</sub> 4.10	86	C <sub>7</sub> 6.55	100	C <sub>1</sub> 4.22	98	C <sub>1</sub> 6.64	93
古 巴 变 种	C <sub>8</sub> 4.62	C <sub>8</sub> 8.46	C <sub>8</sub> 4.70	C <sub>8</sub> 6.63	C <sub>10</sub> 3.98	100	C <sub>10</sub> 6.20	100	C <sub>10</sub> 4.49	100	C <sub>10</sub> 6.99	100
	C <sub>9</sub> 4.50	C <sub>9</sub> 8.06	C <sub>9</sub> 4.37	C <sub>6</sub> 6.50	C <sub>8</sub> 3.55	89	C <sub>9</sub> 5.53	89	C <sub>9</sub> 3.89	89	C <sub>8</sub> 6.03	86
					C <sub>9</sub> 3.50	88	C <sub>9</sub> 5.50	89	C <sub>8</sub> 3.85	86	C <sub>9</sub> 5.97	85
洪 都 拉 斯 变 种	C <sub>1</sub> 4.25	C <sub>1</sub> 7.56	C <sub>5</sub> 4.83	C <sub>5</sub> 8.80	C <sub>17</sub> 4.60	100	C <sub>14</sub> 8.63	104	C <sub>17</sub> 4.42	100	C <sub>17</sub> 6.48	100
	C <sub>5</sub> 3.95	C <sub>5</sub> 7.22	C <sub>2</sub> 4.73	C <sub>2</sub> 8.57	C <sub>14</sub> 4.60	100	C <sub>17</sub> 8.28	100	C <sub>16</sub> 3.20	72	C <sub>16</sub> 5.37	83
	C <sub>3</sub> 3.82	C <sub>3</sub> 6.52	C <sub>3</sub> 4.60	C <sub>3</sub> 7.87	C <sub>11</sub> 4.55	99	C <sub>13</sub> 8.15	98	C <sub>11</sub> 2.87	65	C <sub>11</sub> 4.28	66
	C <sub>2</sub> 3.60	C <sub>4</sub> 6.11	C <sub>1</sub> 4.43	C <sub>1</sub> 7.76	C <sub>13</sub> 4.55	99	C <sub>15</sub> 7.73	93	C <sub>14</sub> 2.60	59	C <sub>13</sub> 4.23	65
	C <sub>4</sub> 3.53	C <sub>2</sub> 5.91	C <sub>4</sub> 3.73	C <sub>4</sub> 7.13	C <sub>16</sub> 4.28	93	C <sub>16</sub> 7.63	92	C <sub>13</sub> 2.58	58	C <sub>14</sub> 4.08	63
					C <sub>15</sub> 4.28	93	C <sub>11</sub> 7.45	90	C <sub>12</sub> 2.20	50	C <sub>12</sub> 3.40	52
					C <sub>12</sub> 4.00	97	C <sub>12</sub> 7.30	88	C <sub>15</sub> 2.05	46	C <sub>15</sub> 3.15	49

①为第一次试验5年生幼林，②为第二次试验4年生幼林。

在对病、虫害的抗性和保存率方面，三个变种内的种源间，均没有表现出显著不同。

### 三、结 论

(一) 从两次试验结果看，加勒比松三变种在生长速度，特别是在抗逆性和保存率方面，有着很大差异，选择适合我国不同地区的变种对林分的稳定性至关重要，也是提高生产力的关键步骤。

(二) 在许多热带国家，都以洪都拉斯变种生长最好，而在我国则以巴哈马变种普遍生长较佳，洪都拉斯变种在雷州半岛还表现出极大的不稳定性。这种结果除说明了加勒比松三变种的生态差异之外，也说明了我国不同于其它热带国家的气候条件。建议在我国广东雷州半岛及两广其它病虫害较重的地区，主要发展巴哈马和古巴加勒比松，尽量少种洪都拉斯变种。

(三) 巴哈马加勒比松变种天然分布并不太广，国外对该变种内种源间的生长差异较少研究，但从我国的结果看，巴哈马变种内种源间的生长差异超过了其它二个变种，如 Abaco 岛的种源比 Andros 岛种源树高生长量大 17%~29%，胸径生长量大 10%~37%。种源间生长量的显著差异可能与其分布的不连续性和种群隔离有关。我国早期引种的巴哈马变种多来自于 Andros 岛，种群品质较低，生长较差。建议今后从 Abaco 岛的优良林分中引进新的种群，进行遗传改良。

(四) 洪都拉斯加勒比松变种内种源间存在一定的变异,但种源与立地间的交互作用非常明显。因此,即使在海南不同地区,其最优种源也会有所不同。有必要分不同立地类型进一步评价各种源的适应性。另外,我国湛江的次生洪都拉斯种源,在所有试验点表现均好,说明其遗传基础较高或已有所改良。

### 参 考 文 献

- [1] 吴中伦等, 1983, 国外树种引种概论, 科学出版社。  
 [2] 朱志淦等, 1986, 加勒比松, 广东科技出版社。  
 [3] Gibson, G. L. et al., 1983, Provenance productivity in *Pinus caribaea* and its interaction with environment, *Commonw. For. Rev.*, 62(2).

## VARIETY AND PROVENANCE SELECTION OF CARIBAEA PINE IN SOUTHERN CHINA

Lu Pengxin Pan Zhigang Xiang Shengguo

(The Research Institute of Forestry CAF)

Yiang Minquan Zeng Yutian

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Li Changming Cheng Houcai Zhou Xin

(Suixi Forest Experiment Station of Guangdong Province)

**Abstract** Varieties and provenances of *Pinus caribaea* have been tested at 4 sites on Leizhou Peninsula, Guangdong Province and Hainan Island since 1983 and 1984 respectively. The 5-year-old and 4-year-old results show that there are significant differences in growth rate among the three varieties and the interaction between variety and environment is also significant. On Leizhou Peninsula, *P. caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *caribaea* are the suitable varieties which grow fast and have high resistance to disease and insects, while *P. caribaea* var. *hondurensis* not only is subject to the infection of tip moth and leaf wilt disease, but also has a low survival rate and unstable performance. However, on Hainan Island, the growth rate of *P. caribaea* var. *bahamensis* and *P. caribaea* var. *hondurensis* is much greater than that of *P. caribaea* var. *caribaea*.

Within a variety, the best provenances of *P. caribaea* var. *bahamensis* are from Abaco Island and Byfield (Queensland, Australia), the worst provenances are from Andros Island and the land race of Zhanjiang, China. All provenances of *P. caribaea* var. *hondurensis* except those of Los Limones and Santa Clara grow relatively well both on Leizhou Peninsula and Hainan Island. There is no significant differences among the provenances of *P. caribaea* var. *caribaea*.

**Key words** Caribaea Pine; variety; provenance selection