

柳杉花粉的散发规律*

张卓文 朱昌乐 潘建瑞 刘建南 叶正环

(浙江林学院, 临安 311300)

(文成县石垟林场)

摘要 柳杉花粉囊为纵向开裂, 雄球花在雨季对花粉具有保护功能; 雌雄球花和花粉都对风媒传播发生了适应性变化; 花粉的散发、传播、沉降和空间分布, 出现规律性变化, 并受降水、气温、风力和大气湿度的综合影响。针对花粉散发特性, 提出了经营种子园的有关建议。

关键词 柳杉; 种子园; 花粉; 管理

中图分类号 S722.7

柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooibr. ex Otto et Dietr.) 分布于长江流域以南的广大地区, 树干通直, 生长快, 用途广, 是我国特有的用材树种。为探索柳杉良种生产经验, 我们于1992~1993年在浙江文成石垟林场柳杉种子园内, 进行球花和花粉生物学、生态学特性研究, 结果整理如下。

1 种子园概况

种子园四面环山, 正南面是开阔的峡谷, 海拔890~980m, 黄壤, 花岗岩母岩。面积为7.4 hm²。总株数5 198株, 共103个无性系。种子园分为3大区, 共21个小区。1980年定植, 1985年嫁接。株行距4m×4m, 水平阶整地。无性系来自各地及本地优树。无性系随机排列。每年4~10月进行两次抚育, 每株施土灰1 kg, 尿素100 g, 松土除草。种子园无大小年区别。林木生长状况见表1。

表1 种子园柳杉生长状况

Table 1 Growth of trees in the seed orchard

统计量	树高/m	胸径/cm	冠幅/m ²	1级侧枝数/个
样本数 <i>n</i>	60	60	60	60
均值 \bar{x}	7.13	13.99	6.74	73.81
标准差 <i>s</i>	1.51	4.07	2.52	21.94
变异系数 <i>CD</i>	21.10	12.51	37.37	29.73

2 材料与方方法

在种子园外的不同地形部位和不同方位分别设置样点20个, 48 h取1次样。采样器高1.5

收稿日期: 1993-03-30, 修改稿收到日期: 1993-09-20

*浙江省自然科学基金资助项目

m, 样点间的距离因地形所限不能等距, 一般为50~100m。园内设取样点11个, 每日7:00~8:00取样, 样点在园内呈均匀分布。垂直采样点4个, 分布于各个大区。每个垂直样点分6层采样, 即地面、冠底、冠中、冠顶、3/2倍树高和2倍树高, 在垂直样点采样的同时进行昼夜样本采样, 时间为6:00、8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00、22:00及2:00。采样器为20 cm×20 cm×10 cm 取样盒, 四面通风, 上下为三夹板, 用木柱连接。采样盒内放涂有凡士林的载玻片, 用橡皮筋固定。各层采样盒用绳子连接并保持各取样器水平, 通过固定在立杆上的固定圈上下升降以便换取载玻片。在载玻片上加浮载剂(50%甘油, 甲基红染色), 显微镜下镜检。每块载玻片观测5个视野, 取其平均值, 作为各视野花粉数目^[1,3-6]。采取花粉样的同时, 进行了气象因子观测。

3 结果与分析

3.1 雄球花散粉与雌球花可授期的同步性

文成柳杉种子园散粉从2月25日开始, 至3月18日大多数无性系散粉基本结束, 年份间相差1~4d。同一无性系散粉的时间基本一致。各无性植株间散粉的始期、盛期及终期一般相差1d。如宁4号无性系植株2月24~25日开始散粉, 26~27日进入盛期至3月13日, 3月15日后减少, 3月21~22日结束。

根据雄球花散粉期与雌球花的可授期是否同步分为3类。

第1类: 雄球花先散粉, 雌球花后授粉。两者相差1~5d。属这类无性系有宁1、临2、临8、文77-11、文74-4、文2、文16、文33、石77-5、云1、象1、宁6、宁5、文3、文8、太2、太6、临7、乐1、文76-7、石76-6、临1、石77-14、石76-3、石75-1、文77-12、石77-1、文77-1、文77-5、石77-2、文34、文76-11、石76-4、临76-3及青4。

第2类: 雄球花散粉期与雌球花可授期同步。属这类无性系的有文14、石75-1、宁4、宁5、象4、宁7、太7、临3、文77-2、文76-14、文76-13、文11、象3及青10。

第3类: 雄球花后散粉; 雌球花先开。属这类无性系有文18、文4、天2及文35。

3.2 柳杉雄球花散粉的形态解剖学基础及雄球花对花粉的保护功能

据观察, 尚未散粉时, 雄球花各小孢子叶及花药均有序地紧密排列, 到散粉时各小孢子叶松散, 在风力作用下散粉。散粉时花粉囊纵裂。

柳杉花粉散粉期正值雨季, 雄球花具有适应性的保护花粉功能。小孢子叶有背腹面之分, 背面盾形, 覆被蜡质, 疏水, 腹面着生花粉囊。整个小孢子叶通过小孢子叶柄与中轴相连并形成螺旋排列。下雨时小孢子叶背面在外组成有序排列的保护层, 阻止雨滴进入花粉囊, 使之安全渡过雨季。天晴后只要气温回升即恢复散粉^[3-6]。

3.3 柳杉雄球花散粉规律

柳杉散粉期间气温在13.00~15.00时达到最大值, 次日日出前出现最低值。气温与气压以及相对湿度呈负相关趋势。花粉的散发受降水、气温、风速、气压和相对湿度的综合影响, 且气温是主导因子, 它控制了花粉囊的开裂; 风力左右着花粉的传播; 降水加速花粉的沉降。因此, 在同一天内, 柳杉花粉昼夜散粉量的变化表现出与气温等气象因子变化相吻合

的规律(图 1)。

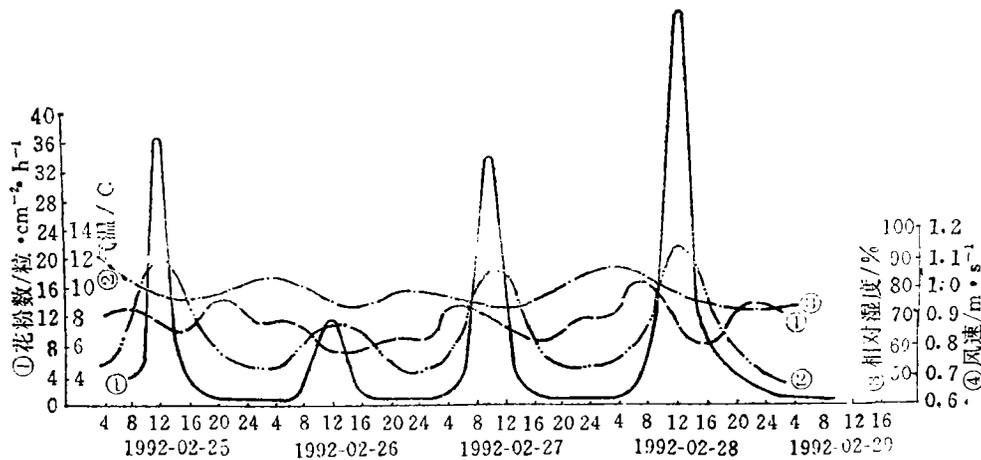


图 1 柳杉花粉散粉昼夜节律

Fig. 1 Day-night dispersal rhythm of the male cone pollen

从图 1 可以看出，各日花粉浓度极值的出现时间大致相同，所不同的是量的差异。

不同地形部位、虽然气象因子有所差异，但花粉散粉的昼夜节律变化基本相同，只是在花粉量上有差别。

在文成的柳杉，各年散粉时期相对稳定。在散粉期间，大气中花粉浓度趋势为始期少，盛期多，终期少。因2~3月为雨季，降水使得花粉浓度发生变化而呈现多峰分布曲线(图 2)。

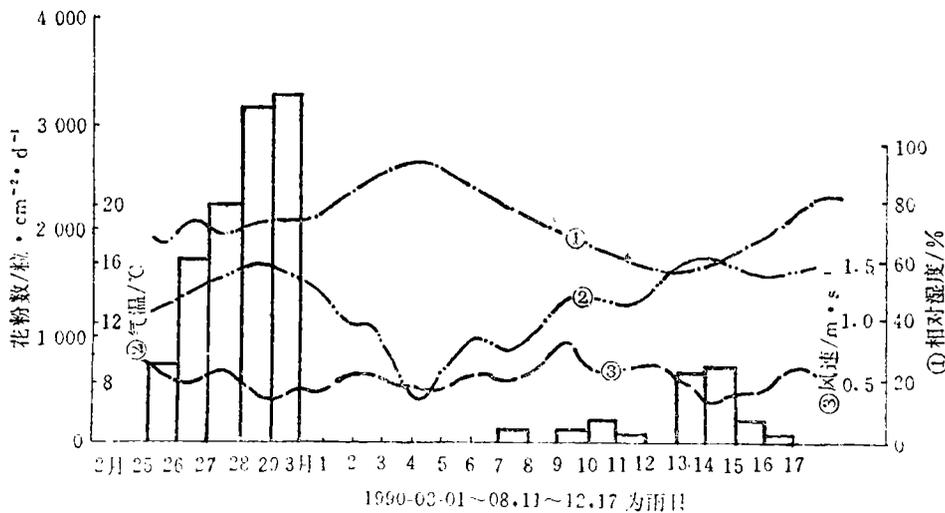


图 2 柳杉花粉散粉日节律

Fig. 2 Daily dispersal rhythm of the male cone pollen

地形部位影响花粉散发期。山脚点和山顶点海拔相差70m，散粉比山顶提早2d。

3.4 柳杉花粉的传播、沉降及空间分布

3.4.1 花粉的传播 柳杉是风媒花，花粉只有经过从雄球花到胚珠孔这一传粉过程才能完成授精过程，其生殖器官产生适应风媒的一系列变化。

3.4.1.1 花粉体积小重量轻。柳杉花粉赤道轴为27.2 μm，极轴长 26.3 μm。若以直径26.75 μm 计，单个花粉体积约10 022.38 μm³，属中型花粉。

3.4.1.2 花粉量大。经血球计数器测定，柳杉 1 个花粉囊产花粉5 782粒。1 个小孢子叶 产花粉17 346粒。1 个雄球花产花粉3.557 7 × 10⁵粒。种子园平均每株产花粉6.387 0 × 10¹¹粒，是胚珠的1.262 6 × 10⁷倍，达到很高的授粉水平^[2]。

3.4.1.3 雌雄球花着生枝顶并居树冠外层。这种着生方式有利于雄球花散粉和雌球花授粉。减少了枝叶在传粉中对其阻挡隔离的机会。

3.4.1.4 珠孔分泌物具有粘性，花粉易于着床。

3.4.1.5 雌雄球花花期基本同步。柳杉雄雌球花发育虽开始期有所不同，但成熟期基本一致。

3.4.2 柳杉花粉沉降 在无风条件下，花粉一经离开花粉囊就在重力作用下沉降。下降时受大气浮力和重力的合力作用。因浮力同物体下沉速度成正比，故有： $m \frac{dv}{dt} = mg - kv$ 。其中： m 为花粉质量； g 为重力加速度； v 为花粉下降速度； k 为大气阻力系数。微分方程的解为 $v = mg(1 - e^{-kt/m})/k$ 。

上式说明随下降时间延长，而不会超过 mg/k 。即是说花粉离开花粉囊初期是加速沉降，后期则作匀速下降运动。因 m 很小，故有： $v = mg/k$ 。

经测定，柳杉花粉在无风条件下沉降速度为12.162 4 cm/s，大气阻力系数为 1.359 7 × 10⁻⁹g/s，单个花粉重约1.653 7 × 10⁻⁵mg。

3.4.3 柳杉花粉空间分布 分垂直空间分布和水平空间分布。

3.4.3.1 垂直空间分布。种子园内大气中花粉浓度以冠底部最大，地面次之，冠中部以上有随高度增加花粉浓度减小的趋势(图 3)。这种花粉空间分布容易造成自交。克服自交的有效方法是增加无性系数目，减少同一无性系株数，选择同一无性系雄球花散粉期和雌球花可授期不一致的无性系接穗造园。

3.4.3.2 水平空间分布。一是园内各点花粉接收量。园内不同地形部位花粉浓度不同，这与其所处地的柳杉雄球花开花量和风速有

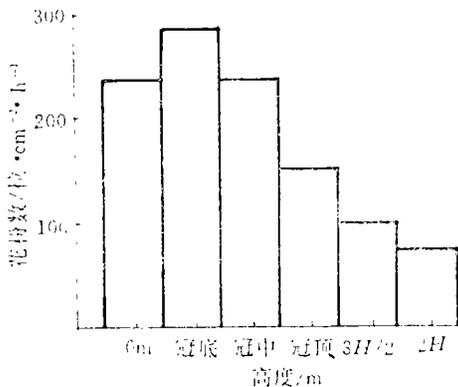


表 2 园内各点花粉量(粒/cm²·d⁻¹)

Table 2 The number of pollen in different plots of the seed orchard

地形部位	02-26	02-28	03-10	05-15
谷 底	902	340 7	27	239
坡 下 部	242 7	289 3	331	239
坡 中 部	168 4	250 6	358	212
坡 上 部	897	339 4	340	247
山 顶	118 0	262 5	271	93

图 3 柳杉种子园花粉垂直空间分布

Fig. 3 Vertical distribution of male cone pollen in the seed orchard of *Cryptomeria fortunei*

关(表 2)。二是园外点花粉浓度。因种子园地形所限,不能按距离设置取样点。我们在约 250 m 处设置取样点,测定表明花粉浓度约为园内 15%。如果是主风方向顺风向时花粉还要传得更远,因此柳杉种子园隔离距离不得小于 500 m。

4 结论与讨论

柳杉各无性系依据其雄球花散粉和雌球花授粉是否同期可分为 3 类。雄球花的形态结构对花粉具有保护功能。柳杉为风媒花,其性器官发生了适应性变异。

花粉散发受气象因子的综合影响。因气象因子有昼夜和日变化,花粉散发出现相应节律。

柳杉花粉属中型花粉。在无风条件下沉降速度为 12.162 4 cm/s,单个花粉重约 $1.653 7 \times 10^{-6}$ mg,大气阻力系数为 $1.359 7 \times 10^{-9}$ g/s。

依据柳杉花粉的空间分布,种子园距离应大于 500 m。克服自交的最佳方法是增加无性系数目,选用雄球花散粉期与雌球花可授期不一致的无性系材料造园。

参 考 文 献

- 1 王晓茹,沈照环. 林业科学, 1987, 23(1), 1~10
- 2 陈岳武. 南京林产工业学院学报, 1979(1~2), 11~17
- 3 张卓文,林平. 林业科学, 1990, 26(5), 410~418
- 4 张卓文,林平等. 中南林学院学报, 1990, 10(2), 134~142
- 5 张卓文,林平等. 中南林学院学报, 1992, 12(1), 18~24

Zhang Zhuowen (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Zhu Changle, Pan Jianrui, Liu Jiannan, and Ye Zhenghuan. **Dispersal of Pollen of *Cryptomeria fortunei*. J Zhejiang For Coll, 1994, 11(1): 21~25**

Abstract: The male cone of *Cryptomeria fortunei* splits in longitude direction when pollination, with a function to protect pollen from rain. The sexual organs — male cone, female cone and pollen appear adaptive variation to wind as a pollination medium. Dispersal of pollen is affected by the temperature, the wind speed, the relative humidity and the rainfall; and the vertical-horizontal distribution of pollen has its regular patterns. Some suggestions for establishment and management of the seed orchard are made.

Key words: *Cryptomeria fortunei*; seed orchard; pollen; management