

都江堰灵岩山香樟过熟林种子雨分布特征

马莲花¹, 罗豫川¹, 陈 诚¹, 肖建辉², 赵晓云^{3*}

(1. 四川农业大学林学院, 四川 温江 611130; 2. 四川农业大学旅游学院, 四川 都江堰 611830;

3. 四川农业大学建筑与城乡规划学院, 四川 都江堰 611830)

摘 要: 为研究四川西部盆地西缘香樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl.) 过熟林种子雨散布规律, 于2014年8月至12月, 在灵岩山香樟过熟林中选择5株直径在60cm以上的样木, 共设置40个种子雨收集器, 对其种子雨进行收集和分析。结果表明: (1) 种子雨总量为5 592粒, 累积密度为699.00粒·m⁻², 平均密度为139.80粒·m⁻², 平均存活率为93.26%; (2) 种子雨历时107d, 降落起始期为8月底, 高峰期为9月中下旬, 其落种量占整个种子雨的57.69%, 11月为末期; (3) 种子雨具有明显的空间格局: 冠内种子降雨量总是大于冠缘种子降雨量; 沿坡的水平方向种子降雨量总是大于顺坡的垂直方向降雨量; 种子雨表现为聚集分布; (4) 2a的连续观察表明: 香樟过熟林结实存在大小年现象。

关键词: 香樟; 种子雨; 时间动态; 空间格局; 大小年

中图分类号: S722.1

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)06-0027-05

The Distribution Features of the Seed Rain of Overmature *Cinnamomum camphora* Forest in Dujiangyan City, China

MA Lian-hua¹ LUO Yu-chuan¹ CHEN Cheng¹ XIAO Jian-hui² ZHAO Xiao-yun^{3*}

(1. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, Sichuan;

2. College of Tourism, Sichuan Agricultural University, Dujiangyan 611830, Sichuan;

3. College of Architecture and Urban-Planning, Sichuan Agricultural University, Dujiangyan 611830, Sichuan)

Abstract: By choosing five representative sample trees with the diameter of more than 60 cm and setting forty seed rain collectors, researches were conducted on the spatial and temporal pattern of seed rain of overmature *Cinnamomum camphora* forest since August to December in 2014 on the Lingyan Mountain in Dujiangyan on Western Sichuan Basin Border. The results showed that: (1) the total seed rainfall was 5 592 grains; the cumulative seed rain intensity reached 699.00 seeds per square metre; the annual reached 139.80 seeds per square metre; the average survival rate was 93.26%; (2) the seed rain lasted for 107 days, and the beginning period was in the late August. The peak period was from mid to late December, occupying 57.69% of the total seed rain. And the terminal period was until November. (3) The seed rain had obvious spatial pattern: Most seeds of *C. camphora* trees were always distributed in the understorey. The horizontal direction grains were always more than the vertical direction. The seed rain pattern showed a clump distribution; (4) there was an alternate bearing in seed production of *C. camphora* forest by observation for two years.

Key words: *Cinnamomum camphora*, Seed rain, Time dynamic, Spatial pattern, Alternate bearing

种子雨是指在特定时间和空间从母株上散落的种子量^[1]。种子雨阶段是植物更新的关键环节, 它

收稿日期: 2015-08-09

作者简介: 马莲花(1988-), 女, 河南濮阳人, 硕士生, 研究方向: 森林生态系统经营管理, E-mail: malianhua2007@163.com。

* 通讯作者: 赵晓云(1959-), 男, 重庆市人, 博士生, 副教授, 主要从事森林恢复生态学, 森林资源管理信息系统研究。

连接着繁殖生产与植物后续生活史阶段^[2,3]。种子雨的研究是植物种群生态学、群落生态学研究的重要内容之一。对植物种子雨的详细研究,能科学地揭示植物群落的演替与更新的规律。

香樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl.) 属樟科,亚热带常绿阔叶乔木,为国家二级保护物种,具有重要的经济和观赏价值^[4]。以前的学者对香樟的生物学和生理生态学特征等方面^[5,6]进行了大量研究,但针对香樟过熟林种子雨的研究尚未见报道。本研究通过对四川盆地西缘香樟过熟林种子雨散布模式以及时空动态的研究,为香樟天然种群更新及其生态系统经营管理提供理论依据。

1 研究区域概况

研究地选在都江堰市的灵岩山,海拔范围 750 m~850 m,森林土壤以山地黄壤和黄棕壤为主,土层深厚,达 60 cm~80 cm。研究区域具有明显的大陆性气候特征,属温带季风气候。年平均气温 16℃,年均最低气温 5℃,年均最高气温 35℃,年均降水量 1 200 mm。气候温湿多雾,日照时间短。地形复杂,植物种类繁多,属亚热带常绿阔叶林区。

2 研究方法

2.1 样木选取及种子雨收集器设置

本次试验是在香樟过熟林中选择 5 棵具有代表性的样木,以每棵样木为中心,以各方向树冠为半径,按如图 1 所示编号位置设置 8 个样点,其种子雨收集器大小为 1 m×1 m。收集器由塑料网(30 目)做成,网的四周用铁丝作为框架,用 4 根木棍作支架固定框体,使框口离地面 1 m。收集器呈四角高,中间低的锅形,要求收集器最低处离地面 90 cm 以上。

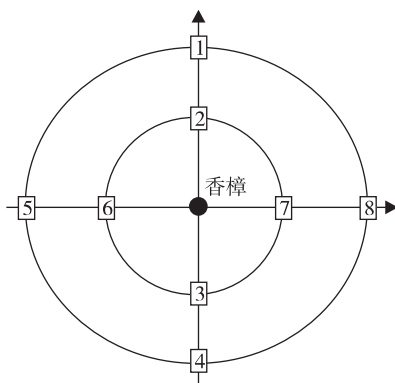


图 1 种子雨收集样点分布图

2.2 种子雨的收集与分类

种子雨收集工作自 2014 年 8 月 25 日开始至 12 月 10 日结束,每隔半月收集 1 次,当种子雨数量为 0 时,结束收集工作,共收集 8 次。种子按有无活性两类分类统计。

2.3 数据分析方法

2.3.1 种子雨密度

$$\text{种子雨密度} = \text{种子数量} / \text{收集面积} (\text{m}^2)$$

2.3.2 种子雨空间分布格局检验

据多数学者研究认为,种子下落的空间分布规律为泊松分布,采用聚集指数来衡量种子雨的空间分布格局。

$$\text{聚集指数: } CI = \frac{S^2}{x} - 1$$

其中 CI 为聚集指数; S^2 为方差; x 为均值。式中, $CI = 0$ 时,为随机分布; $CI > 0$ 时,为聚集分布; $CI < 0$ 时,为均匀分布。

统计分析用 ORIGIN9.0 软件辅以 Excel 实现。

3 结果与分析

3.1 种子雨空间分布格局

对香樟过熟林样木中各样点的种子雨进行统计分析,得表 1。

表 1 各样点种子雨空间分布特征

样点	总种子数 (粒)	有活性种子数 (粒)	存活率 (%)	CI	分布 类型
1	531	501	94.35	50.88	聚集
2	867	818	94.35	129.49	聚集
3	750	674	89.87	104.72	聚集
4	421	384	91.21	36.31	聚集
5	354	328	92.66	53.12	聚集
6	663	612	92.31	85.85	聚集
7	1 503	1 441	95.87	207.25	聚集
8	907	834	91.95	107.68	聚集
计	5 996	5 592	93.26	121.99	聚集

香樟过熟林种子雨共降落有活性种子 5 592 粒,平均密度为 139.80 粒·m⁻²,具有较大的降雨量,存活率平均为 93.26%。各样点种子雨均呈聚集分布,且 7 号样点聚集程度最高,CI 值为 207.25。4 号样点聚集程度最低,CI 值仅 36.31。各样点聚集程度差异显著,具有明显的空间聚集分异性特征。

3.2 种子雨时空分布

分别对冠内(样点 2、3、6、7)、冠缘(样点 1、4、5、8)种子雨及垂直方向(样点 1、2、3、4)、水平方向(样点 5、6、7、8)种子雨进行分析,得图 2、图 3。

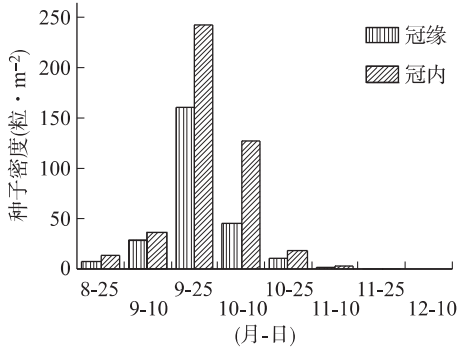


图2 冠缘、冠内种子雨分布特征

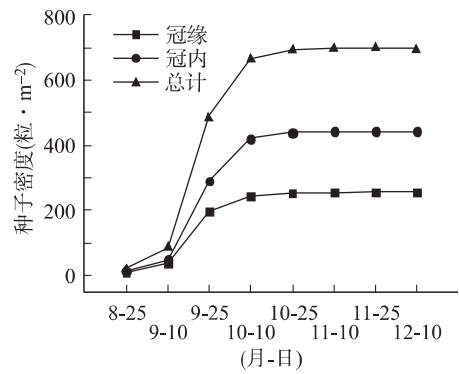


图4 冠缘、冠内种子雨积累量

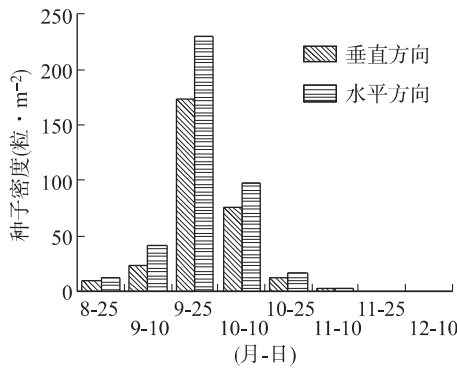


图3 不同坡位种子雨分布特征

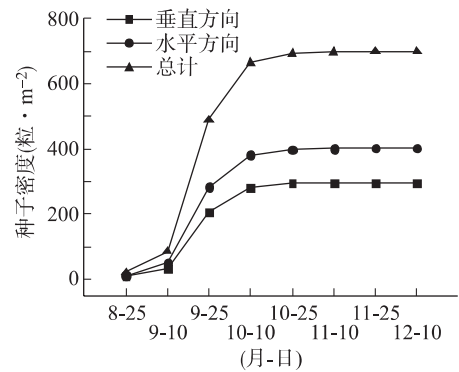


图5 不同方向种子雨积累量

种子雨具有显著的时间动态,一般分为起始、高峰、末期 3 个阶段^[7]。都江堰灵岩山香樟过熟林种子雨呈现先上升后下降趋势,8 月底为起始期,9 月中下旬为高峰期,种子大量成熟,且下落,种子数占了总降雨量的 57.69%,10 月底为末期,11 月中旬种子雨降落基本结束。

种子雨具有明显的空间格局^[8]。本次针对香樟样木冠缘在各个时期的种子雨量统计表明均明显小于冠内。水平方向在各个时期的种子雨量均明显大于垂直方向。此状况与香樟种子自身特点有关,香樟种子属于浆果状核果,种子偏大,此次收集香樟种子平均重 0.49 g,受重力作用影响较大,因而种子多集中在冠内。香樟样木处于坡地,且树高多在 20 m 以上,冠幅较大,其种子在下落过程中受下山风势及冠中枝叶的影响,多降在树冠水平方向。

对冠内、冠缘种子雨及垂直方向、水平方向种子雨积累量进行统计,得图 4、图 5。

冠内、冠缘种子雨变化趋势相同,均在 9 月 10 日至 9 月 25 日之前直线上升,后变化逐渐平缓。冠内种子雨积累量为 443.12 粒·m⁻²,而冠缘的种子雨积累量为 255.88 粒·m⁻²,种子雨积累总量为

699.00 粒·m⁻²。

垂直方向的种子雨积累总量为 297.13 粒·m⁻²,水平方向的种子雨积累总量为 401.87 粒·m⁻²。相比冠缘、冠内间的差距,水平方向、垂直方向间差距相对较小,说明香樟树冠对种子雨分布的影响比方位的影响要大。

3.3 香樟种子雨大小年分析

根据 2013 年 8~12 月种子雨收集统计,将 2013 年和 2014 年两个年度所收集的数据进行比较分析,如图 6 所示。

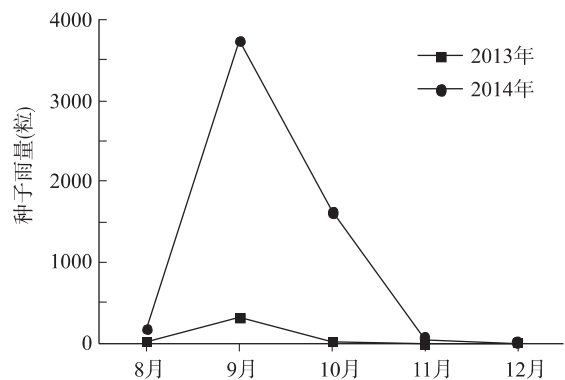


图6 2013 年和 2014 年种子雨数量比较图

由图6可知,两个年度的种子雨高峰期相同,均为9月,但2014年种子雨量远远大于2013年。2013年种子雨总量为352粒,仅占2014年雨量的6.29%。其中2013年高峰期的种子掉落量为327粒,占2013年种子雨总量的92.90%,却仅占2014年高峰期种子降落量的8.73%。2013年10月,其种子雨就已结束,下降持续时间短,且种子雨量极少。两个年度的观察统计表明:2013年为香樟种子产量的“小年”,而2014年为其“大年”。

4 结论与讨论

4.1 都江堰灵岩山香樟过熟林种子雨量较大,活性较高。

研究地气候条件适宜,即使香樟林木处于过熟阶段,其生长状况仍然良好,经测量,其树冠面积平均为131.56 m²,且树木高大,能在与其它树种的竞争中得到充足的阳光,其果实量多且饱满。表明这一地区香樟过熟林繁殖力强,具有较强的自然更新潜力。

4.2 都江堰香樟过熟林种子雨随时间呈正弦波变化,9月中下旬为种子雨高峰期,持续时间可达3个月。

不同林木因自身的特点和生态环境的异质性,其种子雨在发生时间、雨量、雨强及散布特征方面存在很大差异^[7,9]。都江堰香樟种子雨历时107 d,9月中下旬时种子雨大量成熟降落,其落种量占整个种子雨的57.69%。南方红豆杉种子雨虽也持续3个多月,但高峰期从11月中旬开始到12月下旬结束^[10]。北方的辽东栎种子雨^[11]高峰期为9月中下旬,与都江堰过熟香樟林的基本相同,但其种子密度变化范围仅在0.76粒·m⁻²~7.26粒·m⁻²,体现了不同地区及群落类型及物种之间种子雨的发生规律及种子产量具有较明显的差异^[12]。香樟种子一般在10月~12月成熟,而本研究区域香樟林木处于过熟林阶段,因气候温和,立地条件较好,其种子成熟期提前,掉落的时间相对较早。

4.3 都江堰香樟过熟林种子雨呈聚集分布,种子密度表现为冠内>冠缘,水平方向>垂直方向。

研究发现,种子雨的空间分布格局取决于植物的生物学特性(植株高低、种子重量、种子附属物等)以及一些环境因素(地形、坡位、坡向、风速、风向等)^[13]。植株越矮、种子越重,种子越容易分布在母株附近^[14]。香樟种子较重,不同于有种翅的种

子,主要受重力影响,大部分种子散布在冠内,因此种子均聚集分布。这与秦岭北坡栓皮栎种子雨总量分布呈现林内>林窗>林缘^[15]的结果类似。

种子雨分布除自然重力、风力等作用外,与树冠面积与繁殖枝的分布也有关。所选样木垂直方向冠径和平均为57.82 m,而水平方向冠径和平均为71.10 m,因此水平方向种子量明显大于垂直方向。

4.4 都江堰香樟过熟林种子雨具有明显的大小年现象。

种子雨具有年际变化,被多数研究所证实^[16,17],这种年际差异有时很不明显^[18],而有时则相当大^[19]。通过对2013年和2014年两个年度的连续观察,都江堰香樟过熟林种子雨年际之间相差超过90%,表现出极其明显的大小年现象。其它地区也有类似情况,如芬兰毛叶桦(*Betula pubescens*)的种子在1984年收集了101粒,而1985年收集1375粒^[20];川西亚高山65 a人工云杉林种子雨散落周期则为4 a,且大小年之间种子产量差异极大^[21];同样生长于都江堰的栲树(*Castanopsis fargesii*)3 a的观测结果显示,2001年种子雨强度为丰年,达81.5粒·m⁻²,而2002年和2003年则为平年^[22]。影响植物结实年际变化的原因很多,有可能是外部环境造成的,也有可能是植物内在的遗传因素,而都江堰香樟过熟林种子雨的大小年是否为有规律的周期现象尚需进一步观测和研究。

参考文献:

- [1] 于顺利,郎南军,彭明俊.种子雨研究进展[J].生物学杂志,2007,10(26):1646~1652.
- [2] Nathan R, Muller-Landau HC. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment[J]. Trends in Ecology and Evolution, 2000, 15: 278~285.
- [3] 杜彦君,马克平.森林种子雨研究进展与展望.生物多样性,2012,20(01):94~107.
- [4] 王江,张崇邦,柯世省,等.添加污泥对尾矿砂理化性质及香樟生理特性的影响.生态学报,2010,30(10):2593~2602.
- [5] 殷国兰,周永丽,鄢武先,等.香樟扦插育苗试验[J].四川林业科技,2011,32(6):99~101.
- [6] 王艳英,王成,鄢光发,等.香樟枝叶挥发物对小白鼠自发行为影响[J].生态环境学报,2012(08):1423~1428.
- [7] 查同刚,孙向阳,王登芝,等.北京西山地区人工侧柏林种子雨的研究[J].北京林业大学学报,2003,2(1):28~31.
- [8] 吕朝燕,张希明,刘国军,等.准噶尔盆地东南缘梭梭种子雨特征[J].生态学报,2012,32(19):6270~6278.
- [9] Olano J M, Caballero I, Laskurain N A, et al. Seed bank spatial pattern in a temperate secondary forest [J]. Journal of Vegetation Science, 2002, 13(06):775~784.

- [10] 岳红娟,仝川,朱锦懋,等. 濒危植物南方红豆杉种子雨和土壤种子库特征[J]. 生态学报, 2010, 30(16): 4389~4400.
- [11] 王巍,马克平,刘灿然. 北京东灵山落叶阔叶林中辽东栎种子雨(英文)[J]. 植物学报, 2000, 42(02): 195~202.
- [12] 陈芳清,梅光舟,王传华. 三峡地区柏木林种子雨和种子库的研究[J]. 福建林业科技, 2007, 34(04): 13~19.
- [13] 邓自发,谢晓玲,王启基,等. 高寒小嵩草草甸种子库和种子雨动态分析[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(01): 7~10.
- [14] 唐文秀,毛世忠,盘波,等. 狭叶坡垒种子雨的空间格局及种子萌发特性[J]. 福建林学院学报, 2009, 29(02): 149~154.
- [15] 周民建,张文辉,周建云. 秦岭北坡不同林龄栓皮栎种子雨与种子库动态[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14374~14376.
- [16] Armesto J J, Dies I, Pápic C, et al. Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforests of Chile Island, Chile[J]. Austral Ecology, 2001, 26(04): 311~320.
- [17] 杨允菲,祝廷成. 松嫩平原大针茅群落种子雨动态的研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(1): 46~55.
- [18] Urbanska K M, Fattorini M. Seed rain in high altitude restoration plots in Switzerland[J]. Restoration Ecology, 2000, 8(1): 74~79.
- [19] Molau U, Larsson E L. Seed rain and seed bank along an alpine altitudinal gradient in Swedish Lapland[J]. Canadian Journal of Botany, 2000, 78(6): 728~747.
- [20] Salonen V. Relationship between the seed rain and the establishment of vegetation in two areas abandoned after peat harvesting[J]. Holarctic Ecology, 1987, 10(03): 171~174.
- [21] 尹华军,程新颖,赖挺,等. 川西亚高山 65 年人工云杉林种子雨、种子库和幼苗定居研究[J]. 植物生态学报, 2011, 35(01): 35~44.
- [22] Du X J, Guo Q F, Gao X M. Seed rain, soil seed bank, seed loss and regeneration of *Castanopsis fargesii* (Fagaceae) in a subtropical evergreen broad-leaved forest[J]. Forest Ecology and Management, 2007, 27(2): 579~587.

(上接第 116 页)

大面积的枯死,即便不至枯死也会成为软弱徒长,会遭受更多冻害、冻灾和病虫害,因此注意不要让氮素超过 225 kg。堆肥、鸡粪、油渣等有机质肥料对花椒比较好。为了保护花椒的根系,要将土壤水分保持在 70% 左右;为了防止干燥,用稻草、堆肥全面施用,还可以防止杂草。在梅雨期降雨的时候注意排水。花椒幼树期越冬要防寒,特别是降雪后及时清除积雪。春季萌芽后注意防晚霜。花椒栽培区域最低气温不能长时间低于 -15℃。强化人工辅助授粉。

10.5 加强花椒病虫害和自然灾害防治

花椒幼株很容易遭受凤蝶幼虫危害,需要每天观察,仔细查看叶子的表里,发现便捕获,还利用太阳能杀虫灯诱杀。此外,在 12 月上旬至翌年 2 月下旬结合修剪,利用石硫合剂预防病虫害的发生。要注意风灾、水灾、干旱等自然灾害,花椒由于根浅且弱,如果遇到台风等强风,可能会被连根拔起,因此要事先立好支柱。

参考文献:

[1] 沈德绪. 果树育种学[M]. 农业出版社, 1984: 53.

- [2] (日)上宝村农业,日本岐阜县吉城郡上宝村农林课[M]. 平成:13.
- [3] 内藤一夫著(日). サンショウ実・花・木ノ芽の安定多収栽培加工利用[M]. 平成:16.03
- [4] 毕君,赵京献,等. 国内外花椒研究概况[J]. 经济林研究, 2002, 1.
- [5] 王超,赵京献,毕君,等. 日本花椒的引种试验[J]. 林业科技开发, 2005, 19(3).
- [6] 薛志峰,曹维红. 无刺花椒生物学特性及栽培技术[J]. 林业科技开发, 2006, 20(5).
- [7] 郭伟珍,赵京献,曹军合. 山椒栽培管理技术[J]. 北方园艺, 2012(20).
- [8] 赵京献,毕君,王春荣,等. 日本无刺花椒新品种引进及驯化栽培[J]. 河北林业科技, 2006(增刊): 63~65.
- [9] 袁忠林,罗兰. 花椒品种对流胶病的抗性差异及抗性机制的研究初报[J]. 莱阳农学院学报, 1998, 15(3): 201~204.
- [10] 姜成英,柴发熹,苏永祥. 甘肃省主要花椒栽培品种综合评价初探[J]. 甘肃林业科技, 2005, 30(4): 27~29, 64.
- [11] 张珩,赵元惠,张辉元,等. 日本花椒在甘肃武都的引种表现及开发利用[J]. 中国林副特产, 2009(6): 42~44.
- [12] 赵京献,毕君,王春荣,等. 无刺花椒园的建立及栽培管理[J]. 山西果树, 2001(4): 40~41.
- [13] 赵京献,郭伟珍,徐立军. 朝仓山椒落花落果规律及提高座果率试验[J]. 林业科技开发, 2012, 26(6): 96~99.