

鼎湖山森林土壤种子库动态研究

魏识广, 李林, 黄忠良*, 彭闪江, 史军辉

中国科学院华南植物园鼎湖山国家生态定位研究站, 广东 肇庆 526070

摘要: 在鼎湖山森林季风常绿阔叶林、针阔混交林、马尾松林林型中研究土壤种子库储量、多样性格局和生活型等。通过分两层取土样, 风干土壤样品, 对样品进行筛选, 过滤出种子。并进行种子分类鉴定, 用土芯实验法检测土壤种子库的组成。结果表明, 在 4 个取样地点的种子库中, 上层种子的 Shannon 多样性指数和 Simpson 指数都明显高于下层。草本植物不仅是种类还是数量上都是这三种林型土壤种子库的主体成分, 特别是在针叶林中, 种子储量占有十分显著的优势地位, 随着演替年龄的增长, 草本植物在种子库储量中占的比例有所减少。另外, 种子库中优势成分与取样地点地面植被相应层次的优势种存在较大差异, 说明植物群落地上部分的发育与其它地下部分的土壤种子库的发育具有明显的不同步性, 这一结果表明土壤种子库的内在潜力对森林更新及植物群落演替动态产生了重要影响。

关键词: 鼎湖山; 土壤种子库; 多样性格局; 生活型组成

中图分类号: S722.1[†]

文献标识码: A

文章编号: 1672-2175 (2005) 06-0917-04

土壤种子库是指存在于土壤表面和土壤中全部存活的种子, 属于潜在种群(potential population), 是植物种群生活史的一个重要阶段。在群落中, 植物所产生的种子最终要落到土壤中, 只要土壤中种子的生命力没有丧失, 一旦有了发芽的机会便可发芽生长, 因此, 土壤种子库是种群补充更新的基础, 对于种群的维持具有重要的作用^[1]。我国许多研究者对热带森林、温带草本植物群落、温带阔叶林、亚热带常绿阔叶林的土壤种子库进行了研究^[2-5]。这些研究表明, 森林群落中的大多数植物都能产生数目巨大的种子, 在地表的枯枝落叶层或者土壤中形成种子库。要完整地描述一个植物群落, 必须包括埋藏在土壤中有活力的种子, 因为他们与地上部分一样是植物群落的组成部分。事实上, 土壤种子库扮演的是储备角色, 一旦条件适宜得以萌发, 便从一个潜在种群发展为真正种群。例如, 森林中因乔木枯倒而出现林窗, 环境发生变化, 诱发了种子库的种子萌发影响到植物群落地上部分的组成。它通常被认为是植物特别是木本植物定居过程中具有的一种优势性策略, 因为种子库的存在, 可以减少种子和幼苗的年变化。也有研究发现植物种子库策略的不利之处。例如, 种子库的优势只有在种子的远距离扩散才能得到体现^[6]。而且, 种子库内休眠种子的繁殖滞后效应降低了子代的适合度, 留于土壤的休眠种子更易遭受动物的取食或因生理衰老而死亡。要弄清种子库策略究竟具有哪些优势, 需要详细地度量不同空间和时间尺度上的种子输

入、密度和时空变化^[7]。

1 研究地概况

研究地点位于中国最早建立和我国第一批加入联合国教科文组织“人与生物圈”(MAB)保护区网的鼎湖山自然保护区内, 该处亦为中国科学院森林生态系统定位研究站(CERN)和中国生态系统研究网络基本台站所在地。

鼎湖山自然保护区内大部分为起伏的山地和丘陵, 气候属亚热带湿润季风气候, 年平均气温 20.9℃, 年相对湿度 81%, 年降雨量 1956 mm。全年干湿季明显, 降雨量的 70% 发生在 4~9 月。季风常绿阔叶林、针阔混交林和针叶林为主要森林类型, 还有溪边林和沟谷常绿阔叶、稀树灌丛、灌木草丛等林型。鼎湖山的季风常绿阔叶林属于典型的南亚热带的地带性植被类型, 已有近 400 a 的林龄^[8]。

本区的土壤类型主要有赤红壤和黄壤。赤红壤是南亚热带的地带性土壤(过去称为砖红壤性红壤)。一般分布在海拔 700 m 以下, 土层厚薄不一, 全剖面呈暗棕色, 强酸性反应。由于分布地区的植被破坏程度和地形的不同, 赤红壤的性态也有差异。在保护较好的谷坡及一些溪涧谷地, 森林郁闭度大, 林地非常阴暗潮湿, 分布着水化赤红壤^[9]。

2 研究对象和方法

2.1 样地设置

样地 1——季风常绿阔叶林。这种林型层次多, 结构复杂。乔木层第 1 亚层以锥栗 *Castanopsis*、荷木 *Schima superba* 等高大的阳性树种组成, 第 2 亚

基金项目: 国家自然科学基金项目(30470306)

作者简介: 魏识广(1980-), 男, 硕士, 主要从事保护生态学。E-mail: weishig@mails.gucas.ac.cn

*通讯作者

收稿日期: 2005-08-31

层主要是由耐荫树种构成。此样地设置 2 个样点, 分别位于季风林内的 号永久样地和样地外围。

样地 2——针阔混交林, 即马尾松 *Pinus massaniana* 和阔叶树种的混交林。该样地特点是乔木层由马尾松、荷木和鬃菊 *Castanopsis fissa* 等阳性阔叶树种组成。此样地内设置了 3 个样点, 每个样点均进行了种子库实验。

样地 3——马尾松林, 是华南地区最大面积的森林类型, 其特点是乔木层仅由马尾松组成, 林下层开阔, 因而灌木草本生长旺盛, 它是南亚热带森林演替的第一阶段。样地设置一个样点。

3 个样地的基本情况见表 1。

表 1 实验及取样地点的基本情况
Table 1 The instance of the plots and location

样点号	地点	森林类型	坡度/(°)	群落高度 /m	土壤类型
样点 1	号样地 ¹⁾	季风常绿阔叶林	5~7	20~30	中-高度有机赤红壤
样点 2	号样地外围	季风常绿阔叶林	10~11	20~30	中-高度有机赤红壤
样点 3	飞天燕	针阔混交林	15~18	14~20	中度有机赤红壤
样点 4	旱坑	针阔混交林	<2	12~15	中度有机赤红壤
样点 5	停车场附近	针阔混交林	4~5	11~15	中度有机赤红壤
样点 6	鹅塘岭	马尾松林	4~5	8~14	低度有机赤红壤

1) 号样地是指 1992 年所建生物多样性监测永久样地, 面积 1 hm²

2.2 实验方法

参照黄忠良^[10]、Bakker^[11]、Thompson^[12]和 Dalling^[13]等种子库的研究方法进行土壤种子库实验, 取土壤样品。取样地点: 季风常绿阔叶林两个样点(样点 1、2)内各 10 个取样处, 在一株锥栗母树的两侧各 5 处, 依据距离 2 m、5 m、10 m、15 m、> 20 m 的远近排列。针阔混交林旱坑(样点 4) 14 处, 排列的方式同季风林。马尾松林(样点 6) 的取样处为 9 个。取样时间为 2002 年 10 月, 做土芯实验检测土壤种子库的组成, 样品土壤深度为 10 cm, 分 2 层取样, 每个取样地点取土样达到 10 000 cm³。风干土壤样品, 对样品进行筛选, 过滤出种子。种子分类鉴定采取 2 种方法: (1) 种子放置在温室条件下培养, 确认幼苗。(2) 部分种子同鼎湖山树木园标本馆的种子标本对照, 进行鉴定。

得出实验数据后进行种子库储量和多样性格局等分析。

3 结果和分析

3.1 土壤种子库的储量

土壤种子库的储量是用密度来表达的。这里的

密度是指厚度为 10 cm 的表层土壤中单位面积上所包含的有活力的种子数量。4 个样点土壤种子库储量密度存在明显的差异(见表 2), 其中以季风常绿阔叶林样点 1 的土壤种子库储量密度最大, 平均密度达到了 67.6 粒/m², 共出现植物 38 种。样点 4 物种数 31 种, 相对较少, 种子储量的平均密度是 57.6 粒/m²。样点 2 中物种数是 33, 种子储量的平均密度是 53.2/m²。样点 6(针叶林) 中出现的 24 个物种, 种子储量的平均密度为 45.3 粒/m²。物种数和储量密度之间的差异, 是同植被类型郁闭度、植物物种多样性格局、土壤动物、哺乳动物活动等紧密相关的。在 4 个取样地点的种子库中, 上层的种子储量普遍大于下层, 只有在样点 4 出现例外。

表 2 不同林型中不同层次的种子储量和多样性格局
Table 2 The seeds reserves and diversity pattern in different forests and levels

取样地点	种子数量			Shannon 指数		Simpson 指数		种子密度
	上层	下层	合计	上层	下层	上层	下层	
样点 1	349	327	676	2.577	2.419	0.867	0.844	67.6
样点 2	137	129	266	2.671	2.599	0.901	0.895	53.2
样点 4	102	206	308	2.009	1.541	0.713	0.633	57.6
样点 6	149	79	228	2.546	2.214	0.895	0.841	45.3

3.2 土壤种子库的多样性格局

表 2 可以看出, 4 个取样地点土壤种子库中的垂直分布中, 上层种子的 Shannon 多样性指数和 Simpson 指数都明显高于下层, 其中以样点 2 内土壤上层的 Shannon 多样性指数和 Simpson 指数最大, 分别达到 2.671 和 0.901, 样点 4 的上层和下层的多样性指数均比较小。对四个取样点的总土壤种子库进行的统计分析, 结果显示了相同的多样性格局(图 1)。即在样点 2 内 Shannon 指数和 Simpson 指数最高, 分别为 3.328 和 0.949, 其它依次为样点 1 > 样点 6 > 样点 4。

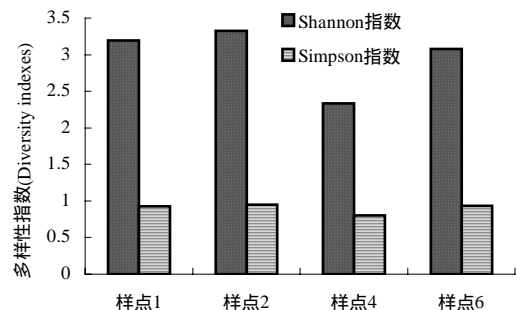


图 1 不同林型中土壤种子库物种多样性指数格局
Fig. 1 Patterns of species diversity indexes in soil seed bank

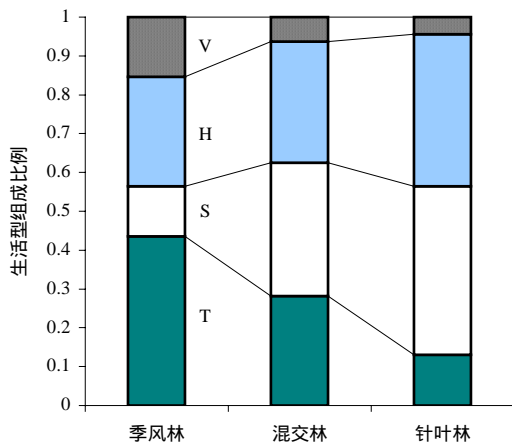
3.3 土壤种子库的物种组成和优势种成分

本实验中土壤种子库的种子分属于 51 科 80 种, 季风林中, 优势种的藤本类中的锡叶藤

Tetracera asiatica 所占比例最大，为 20.3%，乔木种类主要是鸟类传播的白楸 *Mallotus paniculatus* 和附近有母树的乔木种类组成，如云南银柴 *Aporosa yunnanensis*、黄果厚壳桂 *Cryptocarya concinna*、光叶山黄皮 *Randia canthioides*、白车 *Syzygium levinei*，而作为第一优势种的锥栗种子没有出现在种子库中。草本类的优势种主要是箬叶竹 *Indocalamus longiauritus* 与阔叶沿阶草 *Ophiopogon platyphyllum*，灌木类的优势不明显。在混交林中，优势最突出的是灌木类的三丫苦 *Evodia lepta*，乔木中的白楸（鸟类传播）也比较丰富，两者分别占种子库总数的 55.1% 和 14.2%，草本类是其中的亚优势种，主要有山兰 *Eupatorium japonicum*，黑莎草 *Gahnia tristis* 和鸭跖草 *Commelina communis*。在样点 2 内最突出的优势种是半枫荷 *Pterospermum heterophyllum*，附近有其母树的存在，灌木藤本的比例很小，占据绝对优势的草本种类非常丰富，如淡竹叶 *Lophatherum gracile*，阔叶沿阶草、鸭跖草等。

3.4 土壤种子库内生活型组成

生活型组成是土壤种子库的重要特征之一。图 2 表明了不同演替阶段内土壤种子库中各生活型的种类百分比的差异。显然，草本种类无论是在季风林还是在混交林和马尾松林中都占有较大的比例，并且它们之间的差异很小 ($P < 0.05$)。随着森林演替的进行，土壤种子库中草本种类的比例有所减少，而灌木和藤本植物的种类所占比例在增加，而灌木种类的比例则逐步减少。



(T-tree 乔木, S-shrub 灌木, H-herb 草本, V-vine 藤本)

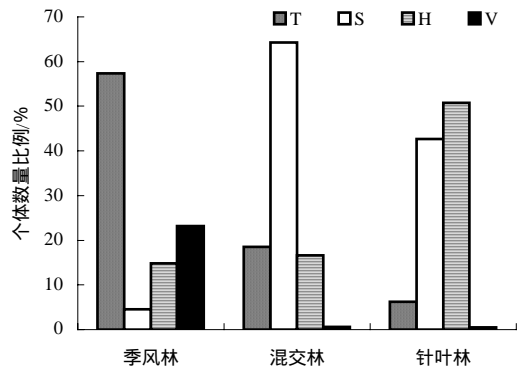
图 2 不同演替阶段种子库的生活型组成差异

Fig. 2 Life form spectrum variation of soil seed bank in different succession stages

生活型个体数量百分比与种类百分比之间也存在差异。图 3 表示了种子库内不同生活型植物种类数量之间的差异。随着演替的进行，乔木和藤本植物个体占的比例逐渐增大，这与种子库内的生活

型组成的比例变化相一致。草本个体所占比例逐步变小，灌木个体数量的变化随演替的进展之间的关系不是很明显，但在混交林内，其比例很高，达到 64.2%。

乔木一般具有较大体积的种子，种子寿命较短，在种子下落或者扩散后能够在荫蔽的林冠下快速萌发，难以留在土壤种子库中。图 3 中季风林和混交林乔木的个体数量差异较大，乔木的个体数量在演替的后期（季风林内）显著高于混交林。



(T-tree 乔木, S-shrub 灌木, H-herb 草本, V-vine 藤本)

图 3 不同生活型组成的个体数量比例的比较

Fig. 3 Numbers of plant individual in different life form species

4 讨论

不同演替阶段之间种子库的差异主要是由地面植被的结构差异、物种多样性、土壤生物活动及土壤物理条件的组成的等原因引起的。本文实验表明，草本植物不仅是种类数还是数量上都是这几类森林土壤种子库的主体成分，特别是在针叶林中，种子储量占有十分显著的优势地位，随着演替年龄的增长，草本植物在种子库中储量占的比例有所减少，这应该是由群落朝高级阶段演替时，乔木种类和数量均增多，占据了优势地位，逐渐攫取了总量为有限的环境资源，草本渐渐朝弱势地位方向发展。

土壤种子库中优势成分与取样地点地面植被相应层次的优势种存在较大差异，说明植物群落地上部分的发育与其它地下部分的土壤种子库的发育具有明显的不同步性，这一结果表明土壤种子库等内在潜力对森林更新及植物群落演替动态有重要影响。

参考文献：

[1] 杨允菲, 祝玲. 松嫩平原盐碱植物群落种子库的比较分析[J]. 植物生态学报, 1995, 19(2): 144 - 148.
 YANG Y F, ZHU L. Comparative analysis of seed bank in saline-alkali communities in the Song-Nen plain of China [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1995, 19(2): 144 - 148.

[2] 周先叶, 李鸣光, 王伯荪, 等. 广东黑石顶自然保护区森林次生演

- 替不同阶段土壤种子库的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 222 - 230.
- ZHOU X Y, LI M G, WANG B S, *et al.* Soil seed banks in a series of successional secondary forest communities in Heishiding nature reserve, Guangdong province [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2000, 24(2): 222 - 230.
- [3] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 41 - 50.
- AN S Q, LIN X Y, HONG B G. A preliminary study on the soil seed banks of the dominant vegetation forms on Baohua mountain [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 1996, 20(1): 41 - 50 .
- [4] 王刚, 梁学功. 沙坡头人工固沙区的种子库动态[J]. 植物学报, 1995, 37(3): 231 - 237.
- WANG G, LIANG X G. The Dynamics of Seed Bank on Shapotou Artificially Stabilized Dunes[J]. Acta Botanica Sinica, 1995, 37(3): 231 - 237.
- [5] 熊利民, 钟章成, 李旭光, 等. 亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤种子库的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(3): 249 - 256.
- XIONG L M, ZHONG Z C, LI X G, *et al.* A Preliminary study on the soil seed banks of different successional stages of subtropical evergreen broadleaved forest[J]. Acta Phytoecologica Sinica, 1992, 16(3): 249 - 256 .
- [6] MURRAY K G. Asian seed dispersal of three Neotropical gap-dependent plants [J]. Ecological Monographs, 1988, 58: 271 - 298.
- [7] THOMPSON K. The ecology of regeneration in plant communities [M]. Wallingford, UK, CAB International, 1992, 231 - 258.
- [8] 何宜庚. 广东鼎湖山自然保护区的土壤[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 1983, 1: 87 - 96.
- HE Y G. The soil of Dinghushan nature reserve in Guangdong province[J]. Journal of South China Normal University(Natural Science Edition), 1983, 1: 87 - 96.
- [9] 彭少麟, 张祝平. 鼎湖山地带性植被生物量、生产力和光能利用效率[J]. 中国科学 B 辑, 1994, 5: 51 - 56.
- PENG S L, ZHANG Z P. The biomass, productivity and the utilizable ratio of luminous energy at zonal vegetation on Dinghushan [J]. Science In China (Series B), 1994, 5: 51 - 56.
- [10] 黄忠良, 孔国辉, 魏平, 等. 南亚热带森林不同演替阶段土壤种子库的初步研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4(4): 42 - 49.
- HUANG Z L, KONG G H, WEI P, *et al.* A study on the soil seed banks at the different succession stages of south subtropical forests [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 1996, 4(4): 42 - 49.
- [11] BAKKER J P, E S BAKKER, E ROSEN. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland [J]. Journal of Vegetation Science, 1996, 7: 165 - 176.
- [12] THOMPSON K A, A M GREEN, JEWELS. Seeds in soil and worm casts from a neutral grassland [J]. Functional Ecology, 1994, 8: 29 - 35.
- [13] DALLING J W, J S DENSLow. Soil seed bank composition along a forest chrono-sequence in seasonally moist tropical forest [J]. Panama. Journal of Vegetation Science, 1998, 8: 477 - 488.

Study on the dynamic of seed bank of Dinghushan forest soil

WEI Shi-guang, LI Lin, HUANG Zhong-liang, PENG Shan-jang, SHI Jun-hui

Dinghushan Arboretum, South China botanical garden, Chinese Academy of Sciences, Zhaoqing, Guangdong 526070, China

Abstract: The soils were chosen from monsoon evergreen broad-leaved, mixed coniferous and broad-leaf forest, *Pinus massoniana* forest in Dinghushan, and the reserves, component, diversity pattern and life form of the seed bank of forest soil were studied. First, the soil was chosen from two levels. Then it was air-dried. The seeds were sifted by select soil samples. Finally, the seeds were classified and identified, and the component of the soil seed bank was inspected by the soil core experimentation. The result showed that, in four sampling spots, the Shannon and Simpson index of the topper seed are obviously higher than the subsoil. Herbage is the principal part of the three forests both at its variety and number. Especially in needle forest, the reserves of seed have distinct predominance. The proportion of herbage seed in the bank are reduced, with the increasing of succession age. Otherwise, the predominant components in the seed bank are different from the subaerial predominant vegetation at correspond layer. The result showed that the growth of subaerial parts of plant community isn't obviously isochronous with the seed bank. So the inherent potential of soil seed bank has important influence on the regeneration of forest and the dynamic succession of plant community.

Key words: Dinghushan; soil seed bank; diversity pattern; life-form components