

子午岭人工油松林土壤种子库特征研究

熊楚翘¹, 程积民^{1,2}, 万惠娥^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 采用野外调查取样和室内观测试验相结合的方法, 研究了子午岭人工油松林土壤种子库的物种组成、密度、垂直分布等特征。结果表明: (1) 土壤种子库储量密度平均为 5 711 粒/ m², 最大密度是 9 537 粒/ m², 最小密度是 3 563 粒/ m²。(2) 土壤种子库的种子的垂直分布主要集中在 0—2.5 cm, 2.5—5 cm 和 5—7.5 cm 这 3 个层次, 占 75.38%~79.32%, 枯枝落叶层和 7.5—10 cm 层分布较少, 占 20.68%~24.62%。(3) 土壤种子库物种组成主要为灌木和草本两个种类, 无乔木植物, 多年生草本在物种数和种子数上占据明显优势。

关键词: 人工油松林; 土壤种子库; 储量; 分布; 植被组成

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2009)04—0042—04

中图分类号: Q948.1

Characteristics of Soil Seed Bank of *Pinus Tabulaeformis* Plantation in Ziwuling Mountains

XIONG Chu-qiao¹, CHENG Ji-min^{1,2}, WAN Hui-e^{1,2}

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Field survey and laboratory observation experiment were conducted to study the character of soil seed bank for *Pinus Tabulaeformis* Plantation in Ziwuling Mountains, such as species composition, density, and the vertical distribution of species. Results indicated that (1) the average seed storage of seed banks was 5 711 grains/ m² and the minimum and the maximum storage were 3 563 grains/ m² and 9 537 grains/ m², respectively. (2) Vertical distribution of the soil seed bank mainly concentrated in the three levels of 0—2.5, 2.5—5, and 5—7.5 cm, accounting for 75.38%~79.32%, and for the forest flooring and the 7.5~10 cm level, the distribution accounted for 20.68%~24.62%. (3) Species composition of the soil seed bank for the two types of shrubs and herbaceous, non-tree plant, the perennial herb occupies the obvious superiority in the species number and the seed number.

Keywords: *Pinus Tabulaeformis* Plantation; soil seed bank; storage; distribution; vegetation composition

子午岭林区是黄土高原地区森林植被现存较为完整的次生林区, 是该区重要的水源涵养林与生态林, 在维护区域生态平衡、调节气候方面均具有重要作用。油松是目前子午岭林区人工营造用材林的主要树种, 现保存油松人工林达 $5.29 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[1], 因此, 研究分析其土壤种子库的特征, 对评价人工油松林在该地区植被恢复中的作用以及为黄土高原森林区植被恢复和重建提供理论依据具有重要意义。

土壤种子库是指埋藏于土壤中的种子所组成的储藏库^[2], 它与植被的地上部分一样, 是一个潜在的植物群落体系, 是生态系统的重要组成部分, 也是反映群落过去、现在和将来特点的一个重要因

素^[3-4]。土壤种子库简单地可分为瞬时土壤种子库和长久土壤种子库, 即使给予理想的萌发条件如季节、温度、湿度等, 土壤种子库中也仍然有部分种子保持休眠状态, 休眠的种子组成了土壤长久种子库的成分^[5]。一个由长命种子组成的森林土壤种子库, 也是植物种群的天然基因库, 土壤种子库就相当于保存了一个“进化了的记忆”, 就保护生物多样性来说, 研究森林种子库的发展变化比研究植被本身更重要^[6]。

我国对种子库的研究始于 20 世纪 80 年代后期, 对森林土壤种子库的研究近年来也多有报道, 但对黄土高原子午岭森林土壤种子库还缺乏系统研究^[7], 近年来, 对子午岭天然次生林类型土壤种子库虽然陆续有所报

收稿日期: 2008-11-26

修回日期: 2009-03-06

资助项目: 国家重点基础研究发展(973)计划(2007 CB 106 803); 国家科技支撑计划重大项目(2006 BAD 09 B08; 2006 BAD 16 B06; 2006 BAD 09 B03); 国家自然科学基金重点项目(40730631); 国家林业局荒漠化监测专项

作者简介: 熊楚翘(1983—), 男(汉族), 湖北省襄樊市人, 硕士研究生, 主要研究方向为森林土壤种子库。E-mail: xiongchuqiao@126.com。

通信作者: 程积民(1955—), 男(汉族), 陕西省蒲城县人, 研究员, 博士生导师, 主要从事生态学与植被恢复学研究。E-mail: gyzejm@ms.iswc.ac.cn。

道^[7-9],但对该地区人工油松林土壤种子库的萌发试验还未涉及,本研究通过对子午岭林区人工油松林调查取样,采用萌发法研究其土壤种子库数量、组成、垂直分布规律,旨在为充分揭示子午岭人工油松林土壤种子库和地面种群演替的关系奠定基础,并为制订黄土高原森林更新和可持续经营对策提供科学依据^[7]。

1 研究区域概况

子午岭位于黄土高原腹地,属天然次生林针阔叶混交林类型区,试验设在陕西省乔北林业局和尚塬林场和甘肃省合水林业总场连家砭林场,位于 108°10′—109°08′ E, 35°03′—36°37′ N。该区属黄土高原丘陵沟壑区,海拔一般为 1 500 m,相对高差 200 m 左右,该区年均气温 7.4℃,年均降雨量 587.6 mm, 10℃ 积温 2 671.0℃,无霜期 112~140 d。阴阳坡水热条件变化较大,但气候的垂直带变化不明显。土壤为原生或次生黄土母质上发育的淡黑垆土和黄绵土,土层分布均匀深厚,厚度一般为 50~130 m,其下为厚约 50~100 m 的红土,以石灰性褐土为主。山体圆浑,在阴坡和山脊坡面平缓,阳坡和半阳坡坡面较陡,属温凉半干旱区黄土覆盖的森林草原地带。林相整齐,植物种类丰富,郁闭度 0.80~0.95。主要植物有,草本白羊草 (*Bothriochloa ischemum*)、芨芨蒿 (*Artemisia giraldii*)、铁杆蒿 (*A. sacrorum*)、本氏针茅 (*Stipa bungeana*);灌丛白刺花 (*Sophora viciifolia*)、沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*);乔木柴松 (*Pinus shenkaneusis*)、油松 (*P. tabulaeformis*)、辽东栎 (*Quercus liaotungensis*)、山杨 (*Populus davidiana*)、白桦 (*Betula platyphylla*)。

2 研究方法

2.1 取样时间

采样时间安排在 10 月末 11 月初,以便保证种子完全成熟又未萌发的季节,这样土壤中既有短期种子库又有长期种子库。

2.2 样地选择与样方设置

依据人工油松林地海拔梯度和不同坡位分别设置了 3 个样地,每个样地面积为 10 m × 10 m。在每个样地内设 3 个样方,每个样方面积为 1 m × 1 m,用随机取样的方法在样方内采用对角线法进行取土,重复 3 次,取土工具为直径 9 cm 的土钻。每个重复分为 5 层,分别是枯枝落叶层,土壤层分为 0—2.5 cm, 2.5—5 cm, 5—7.5 cm, 7.5—10 cm。重复中将同层混合在一起构成一个样方的同一层土样。这样得到 9 个样方共 45 个土样。

2.3 萌发实验

种子库物种数量的鉴定采用种子萌发法,萌发法是最常用的鉴定方法之一,大约 90% 的工作采用的是萌发法^[10]。即将土样除去杂物后,用塑料盘做容器,其规格为 27.5 cm × 20.5 cm × 4.0 cm,每个塑料盘装一个土样,并先在塑料盘底面铺 3 cm 的无种子细沙,(无种子细沙是将细砂置于恒温 150℃ 的鼓风干燥箱内烘 4 h 放凉后备用)。再把土样均匀铺在细沙上面,萌发盘摆放于有自然光条件的玻璃室内,适时浇水以使土壤维持适宜的水分状况。室内温度控制在 18~30℃ 范围,土壤水分控制在田间持水量的 (29%) 的 15%~18%,隔天进行观察,对已萌发的幼苗进行植物种类鉴定后,并统计其种子萌发数量,记录后予以清除幼苗,暂时无法辨识的做好记录使其继续生长,直至发育到能够被确认鉴定为止。整个过程持续至所有盘中未有新幼苗长出时间达半月为止。全部实验从 3 月 8 日开始,7 月 6 日结束,共持续观察时间为 121 d。

2.4 数据处理

土壤种子库密度用单位面积土壤内所含有的活力种子数来表示^[6]。将取样面积的种子数目换算为 1 m × 1 m 的数量,即为土壤种子库的种子密度。

3 结果与分析

3.1 油松林不同坡位土壤种子库储量变化

图 1 为油松林不同坡位土壤种子库储量变化图。从图中可以看出,人工油松林取样坡位不同,种子库储量各有差异,林龄 25 a 的土壤种子库最大储量是 9 537 粒/m²,最小储量是 3 563 粒/m²,平均储量是 5 711 粒/m²;不同坡位种子储量大小排序为坡上 6 288 粒/m² > 坡中 6 183 粒/m² > 坡下 4 768 粒/m²。

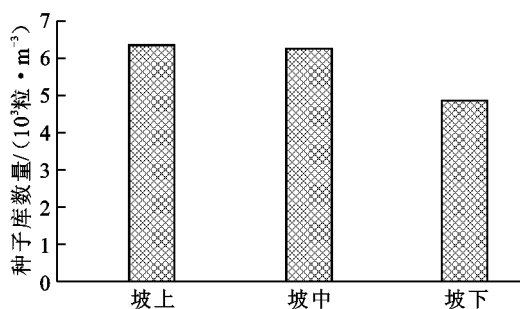


图 1 油松林不同坡位种子库储量变化

3.2 油松林不同坡位土壤种子库垂直变化

本实验取样设计分为枯枝落叶层, 0—2.5 cm, 2.5—5 cm, 5—7.5 cm, 7.5—10 cm 共 5 个层次。如图 2 所示,土壤种子库的分布随土壤深度的变化具有

以下规律:坡上土壤种子库密度的垂直分布为 0—2.5 cm (31.94%) > 2.5—5 cm (30.00%) > 5—7.5 cm (16.67%) > 7.5—10 cm (10.83%) > 枯枝落叶层 (10.56%); 坡中土壤种子库密度为 2.5—5 cm (30.03%) > 0—2.5 cm (27.48%) > 5—7.5 cm (21.81%) > 7.5—10 cm (13.03%) > 枯枝落叶层 (7.65%); 坡下土壤种子库密度为 2.5—5 cm (33.00%) > 5—7.5 cm (21.37%) > 0—2.5 cm (21.01%) > 7.5—10 cm (12.67%) > 枯枝落叶层 (11.95%)。土壤中的种子大部分集中在 0—2.5 cm ~ 5—7.5 cm 土层, 占 75.38% ~ 79.32%; 7.5—10 cm 层和枯枝落叶层分布较少, 占 20.68% ~ 24.62%。

3.3 土壤种子库植物种类特征

本试验萌发鉴定出的幼苗共有 29 种, 其中灌木仅有 5 种, 占种类总数的 17.24% (常绿灌木 1 种, 落叶灌木 4 种); 草本植物达 24 种, 占植物种类总数的

82.75%, 多年生草本 16 种, 占 66.66%, 一年生草本 8 种, 占 33.33%。所有幼苗分为 15 个科, 其中菊科 6 种, 占植物种类总 20.69%, 禾本科 5 种, 占 17.24%, 蝶形花科 3 种, 占 10.34%, 唇形科、莎草科和蔷薇科均为 2 种, 各占 6.90%, 胡颓子科、毛茛科、报春花科、蓼科、玄参科、藜科、石竹科、车前科、天南星科分别仅有一种, 各占 3.45% (表 1)。

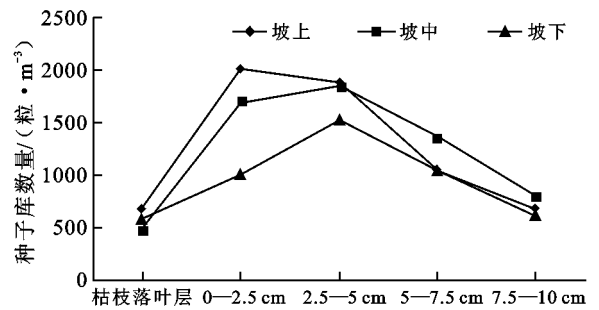


图 2 油松林不同坡位土壤种子库垂直变化

表 1 25~26 a 龄人工油松林土壤种子库的物种组成

植物类型	种名	科名	拉丁名	生活型
灌木层	胡颓子	胡颓子科	<i>Elaeagnus pungens</i>	常绿灌木
	柳叶绣线菊	蔷薇科	<i>Spiraea salicifolia</i>	落叶灌木
	尖叶铁扫帚	蝶形花科	<i>Lespedeza juncea</i>	落叶灌木
	二色胡枝子	蝶形花科	<i>Lespedeza bicolor</i>	落叶灌木
草本层	黄刺玫	蔷薇科	<i>Rosa xanthina</i>	落叶灌木
	夏至草	唇形科	<i>Lagopsis supina</i>	多年生草本
	白颖苔草	莎草科	<i>Carex rigescens</i>	多年生草本
	山苦荬	菊科	<i>Ixeris Chinese</i>	多年生草本
	大花飞燕草	毛茛科	<i>Delphinium grandiflorum</i>	多年生草本
	荩草	禾本科	<i>Arthraxon hispidus</i>	一年生草本
	艾蒿	菊科	<i>Artemisia argyi</i>	多年生草本
	紫花地丁	蝶形花科	<i>Gueldenstaedtia verna subsp</i>	多年生草本
	野菊花	菊科	<i>Dendranthema indicu</i>	多年生草本
	茺蒿	菊科	<i>Artemisia leucophylla</i>	多年生草本
	牛尾蒿	菊科	<i>Artemisia dubia</i>	多年生草本
	薄荷	唇形科	<i>Mentha haplocalyx</i>	多年生草本
	点地梅	报春花科	<i>Androsace umbellata</i>	一年或两年生
	硬质早熟禾	禾本科	<i>Poa sphondylodes</i>	多年生草本
	香芒草	禾本科	<i>Cymbopogon distans</i>	多年生草本
	大披针苔草	莎草科	<i>Carex lanceolata</i>	多年生草本
	篇蓄	蓼科	<i>Polygonum aviculare</i>	一年生草本
	猪毛蒿	菊科	<i>Artemisia scoparia</i>	一年或两年生
	地黄	玄参科	<i>Rehmannia glutinosa</i>	多年生草本
	藜	藜科	<i>Chenopodium album</i>	一年生草本
	蚤缀	石竹科	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	一年生草本
	早熟禾	禾本科	<i>Poa annua</i>	一年生草本
	车前	车前科	<i>Plantago asiatica</i>	多年生草本
	狗尾草	禾本科	<i>Setaria viridis</i>	一年生草本
贝母	天南星科	<i>Typhonium giganteum</i>	多年生草本	

对不同坡位样地土壤种子库幼苗分别统计,如表2所示,在物种所占比例方面,坡上土壤种子库的物种存在以下规律:多年生草本>常绿灌木=落叶灌木=一年生草本;坡中和坡下均为,多年生草本>一年生草本>落叶灌木>常绿灌木。在种子所占比例方面:处于坡上、坡中和坡下的3块样地表现出一致的规律,均为多年生草本>常绿灌木>落叶灌木>一年生草本。总体看来,多年生草本在物种数和种子数方面占据明显优势。

表2 不同坡位土壤种子库的物种生活型组成

生活型	物种所占的比例/ %			种子总数所占比例/ %		
	坡上	坡中	坡下	坡上	坡中	坡下
常绿灌木	11.1	4.8	6.3	28.1	28.6	30.3
落叶灌木	11.1	14.3	12.5	1.6	3.3	8.5
多年生草本	66.7	61.9	56.3	69.6	66.4	53.3
一年生草本	11.1	19.0	25.0	0.7	1.7	7.3

4 讨论与结论

(1) 子午岭土壤种子库平均储量为 5 711 粒/ m^2 ,但根据张志权^[11]综述森林的种子库含量为 $10^2 \sim 10^3$ 粒/ m^2 ,草地的种子库含量为 $10^3 \sim 10^6$ 粒/ m^2 ,耕作土为 $10^3 \sim 10^5$ 粒/ m^2 。子午岭人工油松林处于耕作土和森林种子库之间。由于时间有限,本实验采用的萌发法,鉴于试验方法本身会过低估计种子库储量,加上萌发试验过程仅在 4 个月内结束,若无限延长试验期,可能会提高其数量。种子库的储量在不同的坡位表现为坡上 6 288 粒/ m^2 >坡中 6 183 粒/ m^2 >坡下 4 768 粒/ m^2 ,不同坡位的海拔为坡上 1 405 m>坡中 1 390 m>坡下 1 234 m,根据张玲,方精云^[12]对秦岭太白山南坡土壤种子库储量与海拔关系的研究,在低海拔(2 600 m 以下)种子库储量沿海拔的上升呈逐渐增加的趋势,本试验的结果与之一致,种子库储量随着海拔的升高而增大。

(2) 土壤中的种子大部分集中在 0—2.5 cm 层、2.5—5 cm 层和 5—7.5 cm 层,枯枝落叶层和 7.5—10 cm 层种子数量相对较少。通过对地面枯落层调查发现,枯枝落叶层比较薄,平均为 2—3 cm,无法留存大量种子,种子的下渗阻碍不大,大部分种子容易因外力(如雨水冲刷,动物的活动)作用和土壤裂隙的存在^[6]进入土壤,而进入土壤的种子因土层的层层阻隔而无法进入土壤深层,所以枯枝落叶层和 7.5—10 cm 层种子数量相对较少,大量种子集中在中间 3 层。这与尹锴、潘存德、刘翠玲等^[13]在研究天山云杉林土壤种子库垂直分布时得出的种子数量先增加后降低的结论一致。

(3) 萌发试验统计到该地区土壤种子库中共有

29 个物种,分布于 15 科,其中菊科,禾本科,蝶形花科,唇形科,莎草科,蔷薇科,蓼科的植物较多。多年草本在物种数和种子数方面均占据明显优势,这与黄忠良等^[14]在对鼎湖山不同演替阶段森林进行研究得到的土壤种子库的种类组成以草本为主相一致,这可能与人工林建造于弃耕地上有关,土壤中留存了大量演替初期草本的种子。对萌发幼苗统计,未发现油松幼苗。本次调查人工油松林龄 25 a,将达到结实盛期。地上植被调查发现结实油松结实较少,处于结实小年,枯落物中仅见少量球果,且油松种子具有休眠特性。今后试验可以在萌发过程中采取喷洒一定量赤霉素进行处理^[15],以促进休眠种子的萌发,使种子萌发更充分,试验更科学。

[参 考 文 献]

- [1] 杜芬芬. 子午岭林区油松人工林密度研究[J]. 林业实用技术, 2006(4): 7-8.
- [2] Harper J L. The seed bank. Population Biology of Plants [M]. London: Academic Press, 1977: 83-110.
- [3] 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.
- [4] 班勇. 土壤种子库的结构与动态[J]. 生态学杂志, 1995, 14(6): 42-47.
- [5] 于顺利, 蒋高明. 土壤种子库的研究进展及若干研究热点[J]. 植物生态学报 2003, 27(4): 552-560.
- [6] 杨跃军, 李向阳, 王保平. 森林土壤种子库与天然更新[J]. 应用生态学报, 2001, 12(2): 304-308.
- [7] 王辉, 任继周. 子午岭主要森林类型土壤种子库研究[J]. 干旱区资源与环境 2004, 18(3): 130-135.
- [8] 王辉, 任继周. 子午岭油松林土壤种子库研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(1): 1-5.
- [9] 陈智平, 王辉, 袁宏波. 子午岭辽东栎林土壤种子库及种子命运研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(1): 7-12.
- [10] Thompson K, Bakker J P, Bekker R M. The soil seed banks of North West Europe: Methodology, density and Longevity [M]. London: Cambridge University Press, 1997: 2-32.
- [11] 张志权. 土壤种子库[J]. 生态学杂志, 1996, 15(6): 36-42.
- [12] 张玲, 方精云. 太白山土壤种子库储量与物种多样性的垂直格局[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 880-888.
- [13] 尹锴, 潘存德, 刘翠玲, 等. 天山云杉林土壤种子库物种组成及垂直空间分布[J]. 新疆农业大学学报, 2005, 28(4): 1-4.
- [14] 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]. 热带植物学报, 1996, 4(4): 42-49.
- [15] 白文娟, 焦菊英. 土壤种子库的研究方法综述[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(6): 195-198.