

大兴安岭 3 种主要林型兴安落叶松种子库研究

阿日根¹, 刘洋¹, 杨富荣¹, 雷那庆¹, 孟军贵¹, 吴小红², 铁牛^{1*}

(1. 内蒙古农业大学 林学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 内蒙古和盛生态科技研究院有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要:以大兴安岭 3 种主要林型兴安落叶松种子库为研究对象, 通过样地调查, 对内蒙古大兴安岭北部兴安落叶松林 3 种主要林型的落种量、土壤种子储备量质量及其垂直分布进行研究, 利用 SPSS 软件对所收集的数据进行单因素方差分析。结果表明, 3 种不同林型兴安落叶松林种子库中杜鹃-兴安落叶松林落种量最大, 为 1 496 粒/m²; 杜香-兴安落叶松林落种量最小, 为 246 粒/m²; 草类-兴安落叶松林落种量为 349 粒/m²; 土壤种子库的储备量大小分别为 2 069.33、1 342.67 粒/m² 和 1 047.99 粒/m²。从种子库生活力程度看, 种子整体质量差, 种子库中 90% 以上为无活力种子; 土壤种子储备量中种子 70% 分布在枯枝落叶层中, 这与种子自身生物学特性和外界环境有着密切的关系。

关键词:兴安落叶松; 土壤种子储备量; 落种量; 林型

中图分类号: S791.222 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7461(2018)04-0116-04

Study on the Seed Bank of Different Types of *Larix gmelinii* Forests

Arigen¹, LIU Yang¹, YANG Fu-rong¹, LEI Na-qing¹, MENG Jun-gui¹, WU Xiao-hong², TIE Niu^{1*}

(College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China;

2. Inner Mongolia Hesheng Institute of Ecological Sciences & Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: Based on a field investigation on three different types of forest sampling sites, a study was conducted on *Larix gmelinii* seeds from the aspects of the amount of seed falling, storage quality of seeds reserved in soil, and vertical distribution in northern Daxing'anling, Inner Mongolia. SPSS software was used to analyze the data collected by single factor analysis. The results showed that the scale of seed banks of different types of *L. gmelinii* forests was in the order of *Rhododendron simsii* Planch.-*Larix* forest > *Herbage-Larix* forest > *Ledum palustre-Larix* forest, in which the average amounts of seed falling in unit area were 1 496, 349 and 246 seed/m², and the storage qualities of seeds reserved in soil were 2 069.33, 1 342.67 and 1 047.99 seed/m², respectively. According to seed bank viability, the qualities of all of the samples were poor. More than 90% of the seeds stored were inactive. About 70% of the seeds reserved in soil were distributed in the litter layer, which was closely related to the biological characteristics of the seeds and the external environment.

Key words: *Larix gmelinii*; soil seed reserve; amount of seed falling; forest type

20 世纪 30 年代开始种子库的研究成为多数学者研究的热点, 国外学者在这方面报道较多^[1], J. L. Harper^[2]、J. W. Sitvertown^[3]对落种量和土壤种子储备量的叙述, J. B. Hall^[4]等在加纳对种子库的

研究。近年来我国在森林种子库的研究方面做了一定的工作, 熊利民^[5]等指出在亚热带常绿阔叶林群落演替前期土壤种子库的结构组成和地面植被大致相同, 但后期相关甚少, 且主要以草本植物种类为

收稿日期: 2017-09-30 修回日期: 2018-01-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31360180)

作者简介: 阿日根, 女, 蒙古族, 在读硕士, 研究方向: 森林可持续经营理论与技术。E-mail: arn0602@163.com

* 通信作者: 铁牛, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 森林可持续经营理论与技术。E-mail: wangtieniu@126.com

主。张丽华^[6]、郭忠凌^[7]等对兴安落叶松土壤种子的研究等。

大兴安岭林区是我国生产木材较早的林区之一,为维护我国东北地区生态屏障起着不可或缺的作用,历来都是研究的重点^[8]。种子库是兴安落叶松林天然更新的约束因素之一^[9],兴安落叶松林不同林型的立地质量、下木植物种类及土壤理化性质等的不同^[10],导致不同林型间结实量不同,所以对不同林型间结实量的特征进行研究很有必要^[11-12]。因此,以杜鹃-兴安落叶松林、草类-兴安落叶松林、杜香-兴安落叶松林3种主要林型兴安落叶松种子为研究对象,运用外业调查和室内试验相结合进行兴安落叶松种子库研究,为大兴安岭林区森林更新及抚育改良提出有关措施,为当地林业维护及合理利用木材提供参考。

1 研究区概况

研究在内蒙古大兴安岭根河林业局潮查林场境内进行,该地区属于国家级森林生态系统野外观察研究区,地处大兴安岭西北坡,50°49′-50°51′N,121°30′-121°31′E。土壤以暗棕壤为主,土壤呈微酸性,pH值在4.5~6.5,盐饱和度较高。主要林型有杜香-兴安落叶松林、杜鹃-兴安落叶松林、草类-兴安落叶松林和越桔-兴安落叶松林。林分主要树种为兴安落叶松(*Larix gmelinii*),占总面积79%,伴生树种有白桦(*Betula platyphylla*)和山杨(*Populus davidiana*)。林下植物除常见的兴安杜鹃(*Rhododendron dahuricum*),还有柴桦(*Betula fruticosa*),杜香(*Ledum palustre*)、越桔(*Vaccinium vitisidaea*)、柳叶绣线菊(*Spiraea salicifolia*)、笃斯越桔(*Vaccinium uliginosum*)、红花鹿蹄草(*Pyrola incarnata*)等多种植物类型。

2 研究方法

2.1 野外调查

2015年8月,经实地踏查,在研究区内选择3种主要林型,分别是杜香-兴安落叶松林、杜鹃-兴安落叶松林与草类-兴安落叶松林,进行样地设置,开展落种量调查。每个林型内各设置3块大小为50m×50m的临时样地,共9块样地;每块试验地上各设5块接种框,中间1块,四角各1块,每块接种框大小为1m×1m,框肢长为1m,埋入地下20cm,将接种纱布系在框上。土壤种子储备量调查在落种量调查的样地内进行,在林冠下按交叉法设置9个20cm×20cm的样方取样,在各小样方内分枯枝落叶层、土壤层0~5cm和5~10cm的3个层次

取样,重复3次取样,时间是2016年5月初、2016年7月初,2016年8月末。将所有样品带回实验室。

2.2 室内分析

进行种子分离时,首先将带回来的样品用物理分离法将枯枝落叶和其他植物的种子等杂物分离出去;再用过筛法把兴安落叶松种子从土壤中筛选出来,将种子分为完整和不完整2类进行统计。种子活力测定时,对筛选出来的完整种子用靛蓝染色法进行生活力测定,观察染色情况,种胚被染色为无活力种子,没有被染色为有活力种子。最终分别归类为空粒种子、腐烂种子、蛀虫种子、染色无活力种子和染色有活力种子等5类。采用Excel和SPSS软件对有关数据进行分析。

3 结果与分析

3.1 大兴安岭3种主要林型组落种量分析

从表1可以看出,3种主要林型各组林分平均落种量及种子组成,其中杜香-落叶松林平均落种量为246粒/m²,有活力种子所占数量最少,而空粒种子所占数量最高,种子质量最差;草类-落叶松林平均落种量为349粒/m²;杜鹃-落叶松林比另2个林型较好,平均落种量为1496粒/m²。3种主要林型组的种子组成中空粒种子所占数量最高,为134.33~670.00粒/m²;染色有活力种子所占数量最低,为14.65~99.34粒/m²。进一步对3种主要林型组落种量进行方差分析,结果如表1。杜香-落叶松林和草类-落叶松林的落种量较少,两者之间差异不显著,与杜鹃-落叶松林间均存在显著差异。从不同林型比较结果来看,杜鹃-兴安落叶松林落种量最大,杜香-兴安落叶松林落种量最小,草类-兴安落叶松林落种量介于中间。所选的3种主要林型当中,由于不同林型落叶松成株的数量不同,从而导致不同林型组所收集的落种量存在一定的差异。

3.2 大兴安岭3种主要林型组土壤种子储备量大小及质量

对大兴安岭3种主要林型组土壤种子密度及种子组成指标进行方差分析(表2),结果显示,3种主要林型组土壤种子密度及种子组成指标F值均呈现极显著水平,表明不同林分之间土壤种子密度及种子组成存在极显著差异。进一步对3种主要林型组土壤种子储备量进行多重比较,3种主要林型中杜鹃-落叶松林土壤种子储备量密度最大,为2069.34粒/m²;其次是草类-落叶松林,为1342.67粒/m²,与杜鹃-落叶松林土壤种子储备量密度差异显著;杜香-落叶松林土壤种子储备量密度最小,为1047.99粒/m²,与杜鹃-落叶松林和草类-落叶松林土壤种子储

备量密度之间均差异显著。从对比结果来看,土壤种子储备量从大到小的顺序为杜鹃-落叶松林>草类-落叶松林>杜香-落叶松林。土壤种子储备量的大小很大程度上受种子生存环境因子及兴安落叶松

接种量的影响。研究所需的3个主要林型试验样地的立地条件有所不同,并且不同样地上落叶松成株的数量也不同,导致结实量受一定的影响,从而使土壤种子储备量存在一定的差异。

表1 3种主要林型的落种量方差分析

Table 1 Analysis of variance of total amount of seeds in three kinds of main forest types

| 林型 | 落种量粒/m ² | 种子组成/(粒·m ⁻²) | | | | |
|---------|---------------------|---------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| | | 空粒种子 | 腐坏粒 | 蛀虫 | 染色无活力 | 染色有活力 |
| 杜香-落叶松林 | 246.00±192.42a | 134.33±90.64a | 47.33±44.60a | 29.00±26.46a | 20.66±17.21a | 14.65±13.61a |
| 杜鹃-落叶松林 | 1496.00±481.50b | 670.00±323.09b | 374.00±145.69b | 214.00±51.07b | 138.67±13.32b | 99.34±33.98b |
| 草类-落叶松林 | 348.67±170.10a | 137.00±67.56a | 92.67±36.50a | 59.66±30.17a | 32.67±16.65a | 26.65±23.46a |
| F | 14.55 | 7.31 | 11.48 | 20.97 | 50.54 | 9.99 |
| P | 0.005 | 0.025 | 0.009 | 0.002 | 0.000 | 0.012 |

注:同列相同小写字母表示无显著差异,不同字母表示差异显著(P为显著性水平;P<0.05)。表2同。

表2 3种主要林型的土壤种子储备量大小及种子组成方差分析

Table 2 Analysis of variance of soil seed bank size and seed composition of three kinds of main forest types

| 林型 | 种子库密度粒/m ² | 土壤种子组成/(粒·m ⁻²) | | | | |
|---------|-----------------------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | | 空粒种子 | 腐坏粒 | 蛀虫 | 染色无活力 | 染色有活力 |
| 杜香-落叶松林 | 1047.99±170.14a | 806.33±63.61a | 89.66±20.50a | 69.33±40.62a | 42.34±20.50a | 40.33±24.91a |
| 杜鹃-落叶松林 | 2069.33±188.94c | 1362.33±42.44c | 198.33±17.01b | 172.00±45.83b | 195.00±35.79c | 141.67±47.87b |
| 草类-落叶松林 | 13142.67±161.23b | 936.67±20.56b | 116.00±27.51a | 102.00±53.89ab | 113.33±34.12b | 74.67±25.15ab |
| F | 72.28 | 121.60 | 19.72 | 4.97 | 18.33 | 6.74 |
| P | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.053 | 0.003 | 0.029 |

3.3 大兴安岭3种主要林型组土壤种子储备量垂直分布

从表3可以看出,在3种主要林型组土壤储备量中,兴安落叶松种子大多数聚在枯落物层中,其次分布在0~5 cm土层,种子分布最少的是5~10 cm土层。枯落物层平均种子数量为2971.58粒/m²,

土壤层0~5 cm平均种子数量为572.89粒/m²,土壤层5~10 cm平均种子数量为294.30粒/m²。总体上来看,各林型组的种子密度均呈现明显的垂直分布,兴安落叶松种子在土壤层当中的分布依次为枯落物层>土层0~5 cm>土层5~10 cm。

表3 不同林分土壤种子储备量不同层次种子密度及比例

Table 3 Density and proportion of the seeds in different forest soil layers and seed banks

| 林型 | 枯落物层 | | 0~5 cm | | 5~10 cm | |
|---------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | 平均种子密度/(粒·m ⁻²) | 百分比/% | 平均种子密度/(粒·m ⁻²) | 百分比/% | 平均种子密度/(粒·m ⁻²) | 百分比/% |
| 杜香-落叶松林 | 748.78 | 25.20 | 126.22 | 22.03 | 75.44 | 25.63 |
| 杜鹃-落叶松林 | 1242.56 | 41.81 | 304.66 | 53.18 | 147.78 | 50.21 |
| 草类-落叶松林 | 980.24 | 32.99 | 142 | 24.79 | 71.08 | 24.15 |
| 合计 | 2971.58 | 77.41 | 572.89 | 14.92 | 294.30 | 7.67 |

从图1可以看出,在不同层次的土层当中,枯落物层种子数量所占比例最多,其平均种子数量占种子总数的77.67%~82.37%;其次是0~5 cm层,平均种子数量占种子总数的10.82%~15.11%;而在5~10 cm层土壤中的种子数量最少,平均种子数量占种子总量的6.80%~7.40%。枯落物层中保留的种子数量比土壤0~5 cm层和5~10 cm层中保留的多且依次递减,这说明土层越深,土壤种子储备量的密度越小。

4 结论与讨论

导致3种林型种子库存在差异的关键在于它们的结实量不同,与此同时3种林型中均有活力种子数量最少,而空粒种子数量最多。首先是因为完整种子中,一部分被动物啃食及分解腐蚀、虫类损害以及其他外界条件的影响,造成有活力种子数量的减少;其次是落叶松种皮耐腐蚀性较强^[13],因此采集的完好种子当中空粒种子占了绝大多数,从而影响

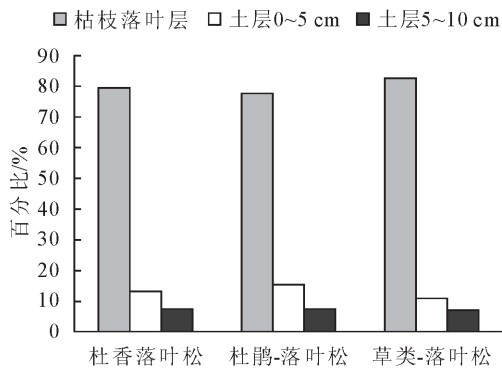


图1 不同林分土壤种子储备量垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of soil seeds in different banks

幼苗成株和种群更新^[14]。

整体来看,兴安落叶松土壤种子质量较差,3个主要林型中均有活力种子数量最少,而空粒种子数量最多平均只有5.42%种子能萌发成株。种子在土壤截面上有明显递减的垂直分布,在有关土壤种子库的研究中发现,种子密度自上而下依此递减^[15],即上层的种子密度最大,下层的种子密度最小,中层的种子密度介于表层和底层之间^[16]。徐化成^[17]等对兴安落叶松种子库的研究表明,在0~2 cm地表处种子密度最大,种子密度约是下层的5倍,越往下密度越小,与本文研究结论一致^[18]。

种子掉到地上后的命运由环境筛选过程而定,种子只有安全落到成株所需条件区域内^[19],并避免动物损害及病害等不利因素,才能保证种子的活力。在种子质量相关的微域里,几乎所有生物、非生物因子都将影响种子未来命运,这些生境因子方面的差异对森林更新的影响可进一步探讨^[20]。

参考文献:

- [1] 解兴词. 阔叶红松林主要组成树种的种子扩散格局[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [2] HARPER J L. Population Biology of Plants [M]. London: Academic Press, 1977.
- [3] SITVERTOWN J W. Introduction to Plant Population Ecology [M]. London: Longman, 1982.
- [4] HALL J B. Seed stocks on Ghanaian forest soil[J]. Biotropica, 2014, 12(4): 256-263.
- [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[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992(3): 249-257.
- [6] 张丽华, 吴振和. 兴安落叶松种子库及其生命力的实验初报[J]. 东北林业大学学报, 1987(S4): 105-111.
- [7] 郭中凌, 于汝元, 徐化成, 等. 兴安落叶松种子在土壤中生活力变化的研究[J]. 北京林业大学学报, 1990(S4): 26-29.
- [8] 王飞, 叶冬梅, 臧传富, 等. 大兴安岭不同龄组兴安落叶松林乔木层生物量分配[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(5): 23-28.
- [9] WANG F, YE D M, ZANG C F, et al. Tree Biomass Distribution of *Larix gmelinii* in Daxing'anling Mountains of Inner Mongolia[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(5): 23-28. (in Chinese)
- [10] 于泽群, 刘金良, 杨婷婷, 等. 渭北黄土高原侧柏人工林种子雨和种子库研究[J/OL]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2014, 42(6): 85-92.
- [11] YU Z Q, LIU J L, YANG T T, et al. Seed rain and soil seed bank of *Platycladus orientalis* plantation in Weibei Loess Plateau[J/OL]. Journal of Northwest Agriculture and Forestry University: Nat. Sci. Ed., 2014, 42(6): 85-92. (in Chinese)
- [12] 杨宏伟. 内蒙古大兴安岭兴安落叶松种子更新研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2008.
- [13] 陈云龙. 古尔班通古特沙漠三种立地类型梭梭土壤种子库研究[D]. 石河子:石河子大学, 2015.
- [14] 欧阳绪红, 郝秀东, 谢世友, 等. 喀斯特山地典型植被恢复过程中土壤种子库特征[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(15): 3049-3053.
- [15] 郭鑫, 周海峰, 卢立娜, 等. 内蒙古大兴安岭兴安落叶松土壤种子库研究[J]. 林业资源管理, 2015(2): 166-170.
- [16] 王会仁, 黄茹, 王洪峰. 土壤种子库研究进展[J]. 宁夏农林科技, 2012, 53(11): 57-59, 62.
- [17] 马坚, Beatrice Vonlanthen, Helge Bruelheide, 等. 策勒沙漠-绿洲过渡带土壤种子库的基本特征[J]. 新疆农业大学学报, 2007(3): 53-59.
- [18] MA J, BEATRICE V, HELGE B, et al. Basic characteristics of soil seed bank in Celei desert-oasis transitional zone[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2007(3): 53-59. (in Chinese)
- [19] 王小庆, 李昆, 刘方炎, 等. 水分条件对滇榄仁种子萌发及幼苗早期生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(6): 125-130.
- [20] WANG X Q, LI K, LIU F Y, et al. Effects of water supply on seed germination and early seedling growth of *Terminalia franchetii* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(6): 125-130. (in Chinese)
- [17] 徐化成, 班勇. 大兴安岭北部兴安落叶松种子在土壤中的分布及其种子库的持续性[J]. 植物生态学报, 1996(1): 28-34.
- [18] 张涛. 干旱矿区废弃地土壤种子库特征研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2009.
- [19] 张希彪, 王瑞娟, 上官周平. 黄土高原子午岭油松林的种子雨和土壤种子库动态[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 1877-1884.
- [20] ZHANG X B, WANG R J, SHANGGUAN Z P. Dynamics of seed rain and soil seed bank in *Pinus tabulae* formis carr forests in eroded hilly loess regions of the Loess Plateau in China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(4): 1877-1884. (in Chinese)
- [20] 孙书存, 陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计[J]. 植物生态学报, 2000(2): 215-221.
- [20] SUN S C, CHEN L Z. Seed demography of *Quercus liaotungensis* in Dongling mountain region[J]. Journal of Plant Ecology, 2000(2): 215-221. (in Chinese)