

京西百花山区植物群落凋落物对土壤种子库的影响

刘尚华^{1,2}, 石凤翎¹, 吕世海², 冯朝阳², 高吉喜², 林 栋³

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019;

2. 中国环境科学研究院 生态研究所, 北京 100012; 3. 甘肃农业大学 草业学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 采用种子萌发法对京西百花山区 9 种植物群落(以草本和灌木植物种子为主)土壤种子库进行了研究。结果显示,不同植物群落土壤种子库储量为 97 ~ 1 224 粒/m²,物种数目为 9 ~ 24 种,Simpson 指数为 0.74 ~ 0.93,Margalef 指数为 1.13 ~ 4.42,Shannon—Wiener 指数为 0.69 ~ 0.94。凋落物对土壤种子库的影响体现在两方面。(1) 凋落物对土壤种子库的截留,截留率为 30.8% ~ 77.3%。通过线性相关分析得出,凋落物对土壤种子库的截留率与凋落物的厚度成正相关。(2) 凋落物对土壤种子库萌发幼苗生长的影响(试验中采用种子出苗 3 个月内死亡率来衡量)。凋落物层较厚的森林群落中,凋落物层幼苗的死亡率高于土层,凋落物层中幼苗的死亡率为 11.9% ~ 20.3%,土层中幼苗的死亡率为 4.8% ~ 8.3%;而凋落物层较薄的灌木和草本群落中,凋落物层幼苗的死亡率低于土层,凋落物层中幼苗的死亡率为 2.6% ~ 4.4%,土层中幼苗的死亡率 3.2% ~ 5.1%。凋落物层中幼苗的死亡率与凋落物厚度成正相关。

关键词: 京西百花山区; 凋落物; 土壤种子库; 物种多样性

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)02—0041—07

中图分类号: Q948

Effects of Litter of Plant Communities on Soil Seed Bank in the Baihua Mountainous Area of West Beijing City

LIU Shang-hua^{1,2}, SHI Feng-ling¹, LV Shi-hai², FENG Chao-yang², GAO Ji-xi², LIN Dong³

(1. College of Ecology and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot,

Inner Mongolia 010019, China; 2. Chinese Academy of Environmental Sciences, Environmental Institute,

Beijing 100012, China; 3. College of Prataculture, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: By seed germination monitoring, transient soil seed bank of nine communities in the Baihua mountainous area of West Beijing City are analyzed. Results showed that the storage capacity of soil seed bank of different vegetation communities ranked from 97 to 1 224 seeds/m²; the number of species, from 9 to 24; Simpson index, from 74 to 0.93; Margalef index, from 1.13 to 42; and Shannon—Wiener, from 0.69 to 94. Effects of litter on soil seed bank were shown in two aspects. First, litter could intercept soil seed bank and the interception rate was between 30.8% and 77.3%. Linear correlation analysis revealed that the interception rate had a positive correlation with litter thickness. Second, litter could affect seedling growth (the experiments used mortality of seedling in three months). In forest communities, mortality of seedling in litter layer (11.9% ~ 20.3%) was higher than that in soil layer (3.2% ~ 8.2%). In shrub and herb communities, mortality of seedling in litter layer (2.6% ~ 4.4%) was lower than that in soil layer (3.2% ~ 5.1%). This indicates a significant positive correlation between mortality of seedling in litter layer and litter thickness.

Keywords: Baihua mountainous area in west Beijing City; litter; soil seed bank; species diversity

土壤种子库(soil seed bank)是指存在于土壤上层凋落物层和土层中具有活力的种子总数^[1-4]。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^[5]。土壤种子库的问题一直受到国内外学者的广泛关注^[6-12],多数研究是关于土壤种子库的储量及其空间分布特征,有关模拟环境影响种子库萌发及成苗因素的研究很少,尤

收稿日期:2007-11-07

修回日期:2007-11-26

资助项目:国家环保公益项目“区域生态资产评估技术方法与应用研究”(200709029)

作者简介:刘尚华(1982—),男(汉族),山西省朔州市人,硕士研究生,主要从事种子生态学研究。E-mail:Liushanghua_1982@sohu.com。

通讯作者:吕世海(1963—),男(汉族),内蒙古呼和浩特市人,博士,副研究员,主要从事草地生态学研究。E-mail:lvshihai@sohu.com。

其是关于凋落物对土壤种子库影响的研究至今未见报道。凋落物是覆盖于土壤表层,植物群落结构的重要组成部分^[13]。凋落物对土壤环境的影响包括对土壤矿质元素利用、光环境、土壤温度和水分动态的影响,以及凋落物本身由于分解淋溶而产生的毒素作用和凋落物的机械阻碍作用^[14]。因此,凋落物的存在势必会对土壤种子库的萌发及幼苗的生长产生影响。鉴于上述原因,本研究从凋落物对土壤种子库种子的截留率以及凋落物对种子在成苗过程中的死亡率入手进行相关的分析研究,以探讨凋落物作为群落土壤的独立发生层次对土壤种子库的影响,为综合评价群落凋落物的生态作用提供依据。

1 研究区概况

研究区位于北京市门头沟区清水镇清水林场(39°53'57.5"N,115°36'00.9"E),地处太行山北段百花山区北侧,属中纬度大陆性季风气候。海拔高度630~1 010 m,年平均气温10.2℃,平均风速为2.7 m/s,年平均日照2 470 h,全年降水量平均为563.4

mm,雨季(6—8月)降水量约占全年降水总量的70%以上。研究区为石质山地,土层较薄,一般在土层深10 cm处即可见粗砂石或碎石块,土壤类型由地带性褐土和山地棕壤等多种土类组成。相比之下,森林群落土壤养分含量较高,土壤较为肥沃。植物群落呈乔灌草复合植被结构,覆盖度在90%以上。乔木以刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、青杨(*Populus cathayana*)等人工林为主,大部分栽种于20世纪50年代末期,小部分种植于80年代初期;中层灌木以荆条(*Vitex negundo*)和野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia*)为主;下层草本以菊科(*Compositae*)、禾本科(*Gramineae*)和豆科(*Leguminosae*)植物居多。

2 研究方法

2.1 样地选择

在研究区内,按不同的植物群落类型选取典型样地,共选取9块研究样地,每块样地面积为20 m×20 m。各样地植物群落基本特征见表1。

表1 各样地群落基本特征

群落类型	海拔/m	坡向	坡度	郁闭度/%	凋落物厚度/cm	凋落物覆盖度/%	造林年份
油松	788.1	SE75°	20°	95	5.62	100	1958—1970
油松、小叶杨	730.0	SE85°	15°	85	5.34	100	1958—1970
青杨	666.9	NE25°	8°	80	5.20	100	1980
刺槐	776.1	N	23°	65	3.52	100	1980
刺槐、小叶杨	768.0	NW36°	25°	75	3.68	100	1980
核桃疏林	682.0	S	18°	45	3.46	65	—
荆条	692.3	S	22°	60	1.28	40	弃耕坡耕地
野艾蒿	674.1	SE5°	10°	55	1.12	45	弃耕坡耕地
杂类草	641.3	S	13°	90	1.04	70	弃耕坡耕地

注:植物拉丁名小叶杨(*Populus simonii*)、核桃(*Jugians regia*)。

2.2 试验方法

2.2.1 土壤种子库采样及室内试验方法 2006年10月中旬,在预先设定的标准样地内分层取样。分层情况为:凋落物层;土壤层0—2 cm,2—5 cm,5—10 cm。采样规格为:凋落物层25 cm×20 cm,土壤层25 cm×20 cm×10 cm。每块标准样地的每份样品重复采样20次。同时,采集样地内植物种子进行植物分类鉴定。

在室内将样品风干,对土壤和凋落物种子库样品分别进行筛选,以便于统计种子库储量。将筛选出的带有种子的少量土壤及凋落物样品分别均匀平铺于预先设定的种床上进行土壤种子库的萌发。种床按照样地原状土设置,种床内土壤和凋落物是筛选过的,不含种子。凋落物层筛选出的种子放置于凋落物

层之上。土层筛选出的种子放置于土层之上,并在其上平铺一层凋落物。凋落物厚度与样地原状凋落物层相同。

土壤种子库植物种类鉴定采取2种方法^[15]:(1)温室条件下进行培养,确认幼苗。(2)将在样地内采集的植物种子(通过样方调查为已知植物种)在温室条件下种植,通过与土壤种子库萌发幼苗对比进行鉴定。3 d观测一次土壤种子库种子萌发状况,分别计数,连续观察3个月,统计土壤种子库萌发幼苗在3个月内的生长情况和死亡个数。鉴定时间分别为2006年11月—2007年2月,2007年3月—2007年6月。为了避免种子休眠给试验带来误差,本试验分2次进行种子萌发,最后对2次存活的种子数之和进行统计。

2.2.2 群落调查 在预先设定的标准样地内做样方调查。以乔木为主的植物群落设置样方 3 个,样方面积为 10 m × 10 m,在同一乔木样方内设置面积为 2 m × 2 m 的灌木样方 3 个,面积为 1 m × 1 m 的草本样方 3 个;以灌木为主的植物群落设置 2 m × 2 m 的样方 9 个,在同一灌木样方内设置面积为 1 m × 1 m 的草本样方 9 个;杂类草群落设置面积为 1 m × 1 m 的样方 9 个。共调查乔木样方 18 个,灌木样方 72 个,草本样方 81 个。样方调查项目为:物种组成、数量及植被盖度等。

2.2.3 生物多样性计算方法 物种多样性采用香农—威纳指数 (Shannon—Wiener Index) 表示,优势度采用 Simpson 指数表示,物种丰富度采用 Margalef 指数表示,群落均匀度采用香农—威纳均匀度指数表示。多样性指数的计算方法为^[16]

Shannon—Wiener 指数: $H = - \sum P_i \ln P_i$

$$P_i = N_i / N$$

Simpson 多样性指数: $D = 1 / \sum [N_i(N_i - 1) / N(N - 1)]$

Margalef 丰富度指数: $d_{Ma} = (S - 1) / \ln N$

Shannon—Wiener 均匀度指数: $J_{sh} = H / \ln S$

式中: N ——样方中记录的个体总数; S ——样方中物种总数; N_i ——第 i 种的个体数。

2.2.4 凋落物厚度调查 在每种群落中随机布设

10 个测定样点进行凋落物厚度的测定,然后取其平均值。坡度较大的群落中,在坡上、坡中、坡下分别随机布设测定样点进行测定。

3 结果与分析

3.1 不同植物群落的优势种

群落的优势现象是群落的基本特征之一,群落中少数的种类能够凭借自己的大小、数量和活力对群落产生影响,这些种类称之为优势种 (dominant species)^[17]。衡量物种的相对数量的指标有多度、盖度、密度、频度、体积和重量等指标。不同植物群落其优势植物种类不同,实验采用相对投影盖度来描述不同群落的优势种 (见表 2)。

由表 2 可知,群落的上层乔木层是人工种植的植被,因此无论其郁闭度还是多度都足以使其成为该群落的优势种;荆条作为当地常见的植物种在大多数群落的灌木层中均有分布,盖度范围为 10% ~ 60%。草本层中常见的有三籽两型豆 (*Amphicarpaea trisperma*)、披针苔草 (*Carex lanceolata*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等,尤其是三籽两型豆在有些植物群落中投影盖度达到了 30%。由此可以看出,灌木层中的荆条以及草本层中的三籽两型豆、狗尾草等在不同群落中都具有高度的生态适应性,因而其广阔的分布会对其它物种的生长和繁殖造成较大的影响。

表 2 不同群落优势种的调查结果

群落类型	优势种 [(郁闭度/投影盖度)/ %]		
	乔木层	灌木层	草本层
油松	油松 (95)	荆条 (12)、小叶朴 (10)	蓝萼香茶菜 (40)、等齿委陵菜 (30)、披针叶苔草 (30)
油松、小叶杨	油松 (45)、小叶杨 (40)	小叶鼠李 (20) 小叶朴 (10) 荆条 (10)	大油芒 (20)、赤霄 (20)、披针叶苔草 (20)、三籽两型豆 (20)
青杨	青杨 (80)	荆条 (30)、红花锦鸡儿 (20)、三裂秀线菊 (20)	披针叶苔草 (20)、三籽两型豆 (20)、鬼针草 (20)
刺槐	刺槐 (65)	—	三籽两型豆 (30)、鸭跖草 (20)、豨莶 (20)、豨赤霄 (20)、大油芒 (30)
刺槐、小叶杨	刺槐 (40)、小叶杨 (35)	荆条 (10)	远东芫荽草 (19)、豨莶 (20)、荫生鼠尾草 (20)、益母草 (20)、狗尾草 (20)
核桃疏林	核桃 (45)	荆条 (20)、杭子梢 (10)	三籽两型豆 (30)、蛇床 (20)、远东芫荽草 (15)
荆条	—	荆条 (60) 三裂秀线菊 (10)	披针叶苔草 (30)、鬼针草 (10)、大油芒 (10)、狗尾草 (10)、远东芫荽草 (10)
野艾蒿	—	野艾蒿 (55)	野大豆 (20)、龙牙草 (10)、胡枝子 (10)、野黍 (10)、钝萼附地菜 (10)
杂类草	—	—	蒙古蒿 (40)、白莲蒿 (30)、大油芒 (20)、草木樨 (20)、野大豆 (20)

注: 群落优势种以群落盖度大小衡量 (前 3 位); 植物拉丁名: 小叶朴 (*Celtis bungeana*)、小叶鼠李 (*Rhamnus parvifolius*)、红花锦鸡儿 (*Caragana rosea*)、三裂秀线菊 (*Spiraea trilobata*)、杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa*)、野艾蒿 (*Artemisia lavandulaefolia*)、蓝萼香茶菜 (*Rabdosia japonica*)、等齿委陵菜 (*Potentilla simulatrix*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、鸭跖草 (*Commelina communis*)、豨莶 (*Siegesbeckia pubescens*)、赤霄 (*Thladiantha dubia*)、远东芫荽草 (*Achnatherum extremiorientale*)、荫生鼠尾草 (*Salvia umbratica*)、益母草 (*Leonurus heterophyllus*)、蛇床 (*Cnidium monnieri*)、大油芒 (*Spodiopogon sibiricus*)、野大豆 (*Glycine soja*)、龙牙草 (*Agriponia pilosa*)、胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、野黍 (*Eriochloa villosa*)、钝萼附地菜 (*Trigonotis amblyosepala*)、蒙古蒿 (*Artemisia mongolica*)、白莲蒿 (*Artemisia sacrorum*)、草木樨 (*Melilotus officinalis*)。

3.2 不同植物群落土壤种子库储量与垂直分布格局

土壤种子库是指存在于土壤上层凋落物和土壤中全部存活种子。秋季在种子雨降落之后大部分的种子都停留在土壤表层,尤其是凋落物层,这样凋落物会对大部分种子产生截留作用。试验中,通过分层采样,以种子出苗数统计土壤种子库储量,计算出凋落物对土壤种子库的截留率(见表 3)。

由表 3 知,不同群落土壤种子库储量存在差异,储量最大的杂类草群落达到 $1\ 224$ 粒/ m^2 ,最小的油松小叶杨群落只有 97 粒/ m^2 。凋落物对土壤种子库的截留率范围为 $30.8\% \sim 77.3\%$ 。经线性相关分析得出,凋落物厚度与凋落物对土壤种子库的截留率的关系为 $y = 8.573\ 6x - 1.653\ 3$ (y 为截留率, x 为凋落物厚度, $r = 0.7281, n = 9, p < 0.01$), 这表明凋落物对土壤种子库的截留率与凋落物的厚度成正相关关系。

从凋落物层向土壤下层延伸,土壤种子库储量逐渐递减,以乔木为主的 6 种植物群落,凋落物层较厚,在土层 $5-10$ cm 处,其种子库储量为 0;灌丛和草本群落的 $5-10$ cm 土层中,种子库储量仅占总储量的 $3.5\% \sim 6.0\%$ 。因此认为,凋落物对土壤种子库的截留率随凋落物厚度的增加而增加。

3.3 凋落物对土壤种子库成苗过程的影响

上述结果表明,大量的种子停留在凋落物层,凋落物势必会对土壤种子库种子的萌发及生长造成影响。本研究中土壤种子库的萌发试验是在温室内将土壤种子库经人工筛选平铺于样地土壤上进行的,所以凋落物对种子萌发的影响在试验中观察不到。试验中只能观察到凋落物对幼苗生长的影响,因此,以幼苗(种子库出苗 3 个月内)的成活率及死亡率来衡量凋落物对土壤种子库的影响(见表 4)。

表 3 不同植物群落土壤种子库垂直分布格局

群落类型	种子库储量 出苗数/ (粒·m ⁻²)	凋落物层		全土层		土层 0—2 cm		土层 2—5 cm		土层 5—10 cm	
		数量/ (粒·m ⁻²)	比例/ %	数量/ (粒·m ⁻²)	比例/ %	数量/ (粒·m ⁻²)	比例/ %	数量/ (粒·m ⁻²)	比例/ %	数量/ (粒·m ⁻²)	比例/ %
		油松	207	126	60.9 %	81	39.1	69	33.3	12	5.8
油松、小叶杨	97	62	63.9	35	36.1	21	21.6	14	14.5	0	0
青杨	249	173	69.5	76	30.5	61	24.5	15	6.0	0	0
刺槐	141	109	77.3	32	22.7	18	12.8	14	9.9	0	0
刺槐、小叶杨	183	114	62.3	69	37.7	40	21.9	29	15.8	0	0
核桃疏林	429	315	73.4	114	26.6	91	21.2	23	5.4	0	0
荆条	909	368	40.5	550	59.5	259	28.5	237	26.1	45	4.9 %
野艾蒿	681	210	30.8	471	69.2	221	32.5	209	30.7	41	6.0 %
杂类草	1 224	578	47.2	646	52.8	461	37.7	142	11.6	43	3.5 %

表 4 不同植物群落幼苗死亡率

群落类型	种子库储量 (出苗数)/ (粒·m ⁻²)	种子库		种子库		凋落物层种子库		土层种子库	
		存活苗数/ (粒·m ⁻²)	成活率/ %	死亡数/ (粒·m ⁻²)	死亡率/ %	死亡数/ (粒·m ⁻²)	死亡率/ %	死亡数/ (粒·m ⁻²)	死亡率/ %
油松	207	149	72.0	58	28.0	42	20.3	16	7.7
油松、小叶杨	97	72	74.2	25	25.8	17	17.5	8	8.3
青杨	249	188	75.5	61	24.5	49	19.7	12	4.8
刺槐	141	104	73.8	37	26.2	24	17.0	13	8.2
刺槐、小叶杨	183	143	78.1	40	21.9	25	13.7	15	8.2
核桃疏林	429	348	81.1	81	18.9	51	11.9	30	7.0
荆条	909	851	93.6	58	6.4	24	2.6	34	3.8
野艾蒿	681	640	94.0	41	6.0	19	2.8	21	3.2
杂类草	1 224	1 108	90.5	116	9.5	54	4.4	62	5.1

由表 4 可知,土壤种子库在出苗 3 月内的死亡率为 6.0%~28.0%,土壤种子库在凋落物层死亡率为 2.6%~20.3%。在土层中的死亡率为 3.2%~8.2%。其中 6 种凋落物层较厚的乔木群落,凋落物中的土壤种子库在成苗过程中的死亡率要远远高于土壤中的死亡率,在凋落物中死亡率最大的油松林群落达到 20.3%,约为土壤中死亡率(7.7%)的 3 倍。3 种灌木和草本群落凋落物层较薄,此时土层中的死亡率高于凋落物层,说明较薄的凋落物可以促进植物生长。由此可见,凋落物对土壤种子库的成苗过程影响是较大的,通过线性相关分析得出凋落物中种子库的物种死亡率与凋落物的厚度成正相关, $y = 0.2467x + 0.3432$ (y 为种子库的物种死亡率, x 为凋落物厚度, $r = 0.9648, n = 9, p < 0.001$)。

3.4 不同植物群落土壤种子多样性格局

3.4.1 土壤种子库物种多样性 在生态学上,多样性通常是指物种多样性(species diversity),它是以一个群落中物种的数目及相对多度为指标来衡量的^[18-19]。物种多样性也是反映群落组织化水平,继

而通过结构与功能的关系间接反映群落功能特征的指标。物种多样性的研究具有认识群落的性质、为群落动态监测提供信息、为群落保护和利用提供依据等 3 个方面的意义。群落组成结构的测定,一般可以通过以下 3 个方面指标来进行,即物种多样性、生态优势度和群落均匀度。

一般来说,群落结构越复杂,其物种数目越多,物种多样性越高。试验中,群落结构复杂的阔叶混交林刺槐、小叶杨群落,针阔混交林油松、小叶杨群落的物种数最多达到 24 种和 17 种,而群落结构较为单一的杂类草群落物种数只有 9 种。总体来看 9 种群落物种由多到少排列的顺序依次为阔叶混交林 > 针阔混交林 > 纯林 > 灌木 > 草本(见图 1)。试验是通过采集土壤样品,对土壤种子库萌发来预测群落物种多样性。种子库萌发试验以灌木和草本种子库为主,对于较难发芽的乔木种子不进行萌发试验,这与实际情况不太相符,但仍可以通过土壤种子库来反映群落灌木层和草本层的物种多样性的问题,同样也具有一定的代表性。

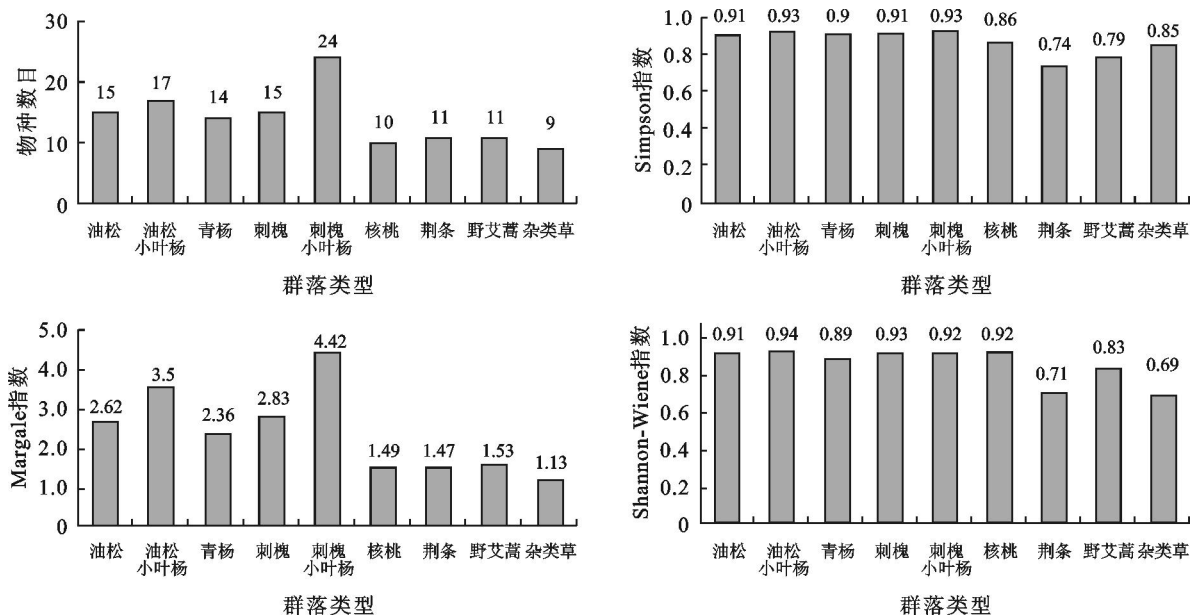


图 1 不同植物群落土壤种子库物种多样性

不同植物群落土壤种子库 Simpson 指数为 0.74~0.93,最高的刺槐、小叶杨群落达到 0.93,荆条群落最低,为 0.74。Margalef 指数为 1.13~4.42,最高的刺槐、小叶杨群落达到 4.42,杂类草群落仅为 1.13;Shannon—Wiener 指数为 0.69~0.94,油松、小叶杨群落最高,为 0.96,杂类草群落最低,为 0.71。由于试验中的植物群落均不是天然植被,因此,相对于天然植被来说,其物种多样性指数和物种丰富度指

数都较低。乔木群落栽种年限较长,当地又采取了封山育林措施,所以群落都向着物种多样性高和群落均匀度高的方向演变,群落演替趋于复杂化,处于有利于群落优化结构组成的发展阶段。核桃疏林虽然是乔木群落,但由于受到人为干扰因素较大,造成其群落结构单一的劣势,这就使核桃疏林的各项指数在乔木群落中最低。灌木和草本群落处于弃耕坡耕地上,群落组织化水平和群落优化结构组成起点较低,因而

无论是从物种数目还是从物种多样性指数来衡量都处于最低水平。

3.4.2 土壤种子库的物种组成以及优势种和优势科
群落的物种组成在一定程度上反应出群落的性质。群落的优势种通常是指个体数量多,投影盖度大,生物量高,体积较大,生活力较强,即优势度较大的种。试验中采用土壤种子库的种子储量来衡量植物在群落中的地位,这符合群落优势种的衡量尺度^[19]。土壤种子库的优势种因植物群落的不同而有差别,土壤种子库优势种及优势科以土壤种子库出苗数来衡量(前 3 位),详见表 5。

由表 5 可以看出,在所有群落的土壤种子库中,只有荆条群落的荆条,野艾蒿群落的野艾蒿,青杨群

落的红花锦鸡儿 3 种灌木在群落中占优势,而其它群落均是草本种子库在土壤种子库中占优势。菊科、豆科、禾本科植物在不同群落中均有分布,而且在大部分群落中处于优势地位,即是优势科植物。菊科植物在野艾蒿和杂类草群落优势度最大,其种子库储量占到土壤种子库储量的 69.8%和 47.0%,豆科植物在青杨和核桃群落中占优势,其种子库储量占到土壤种子库储量的 41.4%和 26.1%。禾本科植物在荆条和刺槐群落中占优势,其种子库储量占到土壤种子库储量的 38.1%和 27.0%。除菊科、豆科、禾本科外的其它科植物,在各群落中也有分布,如马鞭草科植物荆条在大部分植物群落中均有分布,但它仅在荆条群落中占优势。

表 5 不同植物群落土壤种子库优势种

群落类型	目/个	科/个	属/个	种/个	优势科种子百分比/%	优势种种子百分比/%
油松	10	12	14	15	菊科 21.7,唇形科 17.4,蔷薇科 15.0	蓝萼香茶菜 17.4,等齿委陵菜 15.0,野大油芒 11.1
油松、小叶杨	8	12	16	17	禾本科 18.6,豆科 17.5,荨麻科 11.3	蓝萼香茶菜 9.3,三籽两型豆 17.5,透茎冷水花 8.2
青杨	6	7	13	14	豆科 41.4,菊科 31.7,马鞭草科 10.4	三籽两型豆 14.9,红花锦鸡儿 13.3,鬼针草 12.9
刺槐	9	10	15	15	菊科 27.0,禾本科 27.0,蔷薇科 10.6	远东芡芡草 14.2,野大油芒 12.8,龙牙草 10.6
刺槐、小叶杨	14	14	23	24	菊科 24.0,禾本科 19.1,豆科 19.1	三籽两型豆 14.2,远东芡芡草 12.6,鬼针草 8.2
核桃	6	8	10	10	豆科 26.1,菊科 23.3,伞形科 14.5	三籽两型豆 26.1,蛇床、荆条 10.3
荆条	6	7	11	11	禾本科 38.1,马鞭草科 34.9,菊科 13.0	狗尾草 34.2,荆条 32.6,披针叶苔草 5.9
野艾蒿	7	7	11	11	菊科 69.8,豆科 22.2,蔷薇科 10.9	野艾蒿 36.1,野大豆 13.5,龙牙草 10.9
杂类草	5	8	8	9	菊科 47.0,禾本科 26.1,豆科 21.2	蒙古蒿 25.2,白莲蒿 17.2,狗尾草 12.6

注:植物科拉丁名为蔷薇科 *Rosaceae*, 荨麻科 *Urticaceae*, 马鞭草科 *Verbenaceae*。

土壤种子库优势种与样方优势种调查结果显示,植物群落的优势种(以相对投影盖度衡量)与土壤种子库的优势种(以土壤种子库数量衡量)在某些植物优势种上具有相似性。如油松群落的蓝萼香茶菜样方调查投影盖度为 40%,在油松群落草本层最高。其种子储量在该群落土壤种子库占 17.4%,也为最高。青杨、核桃和油松、小叶杨群落的三籽两型豆,刺槐群落的大油芒,刺槐、小叶杨群落的远东芡芡草等均属于这种情况。其中也有不符合上述情况的群落。如油松群落的披针叶苔草在样方调查中投影盖度达到 30%,但其种子储量在该群落土壤种子库中仅占

4.8%。综上所述,土壤种子库与群落地上植物有一定的相关性,但它不能完全代表群落地上植被的基本情况。

4 结果与讨论

4.1 凋落物对土壤种子库的截留及对幼苗的影响

凋落物与土壤种子库的关系体现在两方面。一是凋落物对土壤种子库的截留。9 种植物群落凋落物层对土壤种子库的截留率为 30.8%~77.3%,通过线性相关分析得出,凋落物对土壤种子库的截留率与凋落物的厚度成正相关($r = 0.7281, n = 9, p <$

0.01)。二是凋落物对土壤种子库幼苗生长的影响。凋落物中幼苗的死亡率(种子出苗3个月内统计)在2.6%~20.3%之间,与凋落物厚度成正相关($r=0.9648, n=9, p<0.001$)。

凋落物对土壤种子库种子成苗过程的影响可以归结为两方面。(1)抑制作用表现在凋落物淋溶或者分解的毒素导致植物幼苗死亡。凋落物的机械障碍作用可以阻止幼苗向上生长进行光合作用以及幼苗向下生长吸收养分和水分。在6种凋落物层较厚的乔木群落中证实,凋落物层越厚,土壤种子库在成苗过程中死亡率越高。(2)促进作用表现在凋落物对土壤养分的改善和土壤水分的保持,从而给予植物较为适宜的生长环境。在3种凋落物层较薄的灌木和草本群落中证实,土壤种子库在成苗过程中,土层幼苗的死亡率要高于凋落物层幼苗的死亡率。

4.2 土壤种子库储量及物种多样性指数

不同植物群落土壤种子库物种数目及储量不同。土壤种子库储量最高的杂类草群落达到122.4粒/ m^2 ,最小的油松小叶杨群落只有97粒/ m^2 ;物种数目最高的刺槐、小叶杨群落达到24种,最少的杂类草群落只有9种。土壤种子库储量的大小与植物种类以及其结实率有关系,杂类草群落植物结实率较高,因而种子库储量大。群落结构越复杂,群落的物种数目越多,这在试验中得到了证实。物种数目由多到少排列的顺序依次为,阔叶混交林>针阔混交林>纯林>灌木>草本。不同植物群落土壤种子库 Simpson 指数在0.74~0.93之间, Margalef 指数在1.13~4.42之间, Shannon—Wiener 指数在0.69~0.94之间。生物多样性指数与群落结构复杂程度和人类干扰程度有密切关系,群落结构越复杂,人类干扰程度越小,群落物种多样性指数越高。

4.3 凋落物的生态作用及管理建议

凋落物层是植物群落土壤的独立发生层次,是植物群落结构的重要组成部分。凋落物在涵养水源保持水土以及促进生态系统物质循环和养分平衡方面起着不可替代的作用^[2]。但是,凋落物也存在负面作用。表现在凋落物淋溶或被分解而产生的植物毒素对幼苗生长、种子萌发的障碍作用(包括植化相克作用方面)和凋落物的机械阻碍作用^[14]。鉴于上述原因,在以后的植被群落的恢复和管理上,应该因地制宜,合理利用凋落物资源,使其在生态系统物质循环和维持生态平衡中发挥更大的作用。

京西百花山区,素有“华北植物王国”的称号,其物种相当丰富。但是处于人工抚育条件下的人工群落和人类干扰程度较大的弃耕坡耕地群落,结构较为

单一,物种数目和物种多样性较天然植被低。通过实施封山育林、退耕还林还草政策,人工群落正在向群落结构复杂化和群落组织化水平提高的方向发展。当地应该继续实施这些措施,维持植物群落更大的生物多样性功能。

[参 考 文 献]

- [1] Simpson R L, Leck M A, Parker V T. The comparative ecology of *impatien scapensis* in central New Jersey [J]. Bull. Torrey Bot. Club, 1985, 112: 295—312.
- [2] 张志全. 土壤种子库[J]. 生态学杂志, 1996, 15(6): 36—42.
- [3] 张光富. 浙江天童灌丛植被的土壤种子库与幼苗特征[J]. 云南植物研究, 2001, 23(2): 209—215.
- [4] 李伟, 刘贵华, 周进, 等. 淡水湿地种子库研究综述[J]. 生态学报, 2002, 22(3): 396—402.
- [5] Coffin D P, Lauenroth W K. Spatial and temporal variation in the seed bank of semiarid grassland [J]. Am. J. Bot., 1989, 76: 53—58.
- [6] Baskin C C, Baskin J M. Seeds: Ecology, Biogeography, an Evolution of Dormancy and Germination [M]. San Diego: Academic Press, 1988: 666.
- [7] Benecr Arnold R L, Sanchez R A, Forcella F, et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil [J]. Field Crops Res, 2000, 67: 105—122.
- [8] 赵文智, 白四明. 科尔沁沙地围封草地种子库特征[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 204—208.
- [9] 王正文, 祝延成. 松嫩草地水淹干扰后的土壤种子库特征及其与植被关系[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 1392—1398.
- [10] 曹敏, 唐勇, 张建侯, 等. 西双版纳热带森林的土壤种子库储量及优势成分[J]. 云南植物研究, 1997, 19(2): 177—183.
- [11] 杨跃军, 孙向阳, 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.
- [12] 周先叶, 李鸣光, 启启杰, 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.
- [13] Holdgat M. Sustainability in the forest [J]. Commonwealth Forestry Review, 1993, 72(4): 217—225.
- [14] Facell J M. 森林凋落物对环境及植物群落结构的影响[J]. 广东林业科技 1994(1): 47—50.
- [15] 魏识广, 李林, 黄忠良, 等. 鼎湖山森林土壤种子库动态研究[J]. 生态环境 2005, 14(6): 917—920.
- [16] 马克平. 生物多样性的测度方法: 多样性的测度方法(上) [J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162—168.
- [17] 尚玉昌, 蔡晓明. 普通生态学 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1992: 212—213.
- [18] 闫巧玲, 刘志民, 李荣平. 持久土壤种子库研究综述[J]. 生态学杂志 2005, 24(8): 948—952.
- [19] 李博, 杨持, 林鹏, 等. 生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 117—119.