

阜新海州矿排土场不同恢复措施土壤种子库生态特征研究

吴祥云, 李宏昌, 瞿春艳

(辽宁工程技术大学资源与环境工程学院, 辽宁阜新 123000)

摘要: 采用种子萌发法研究了辽宁阜新海州露天矿排土场五种恢复措施的土壤种子库, 共发现 16 种植物, 分属 5 科, 16 属, 以草本植物为主。排土地植被与土壤种子库物种组成的相似性较低。随着恢复类型、恢复时间的不同, 土壤种子库的种类、密度各不相同。选择正确的恢复措施, 有利于土壤种子库自我更新能力的增加和排土场生态系统稳定, 对排土场的土地恢复和生态重建具有重要意义。

关键词: 露天煤矿排土场; 土壤种子库; 恢复措施; 物种多样性

中图分类号: TD824.8

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2010)06-0017-03

0 引言

土壤种子库是指土壤基质中有活力种子的总和^[1]。作为植被潜在更新能力的重要组成部分, 土壤种子库在植被恢复过程中起着重要的作用。由于种子本身的生物学特性或小环境对种子造成的生理生态学作用, 使得一些种子暂时处于一种休眠或静止的状态, 而一旦休眠被打破或小环境发生改变, 这些种子就能迅速萌发并入侵到环境条件适合于它们的地段, 甚至在局部地区形成优势种群, 对整个群落的更新和演替进程产生重大影响^[2]。目前, 土壤种子库已成为植物生态学研究热点之一, 其研究成果能丰富植被演替生态学理论, 而且在实践中又能指导植被恢复和重建过程。

我国对土壤种子库的研究起步较晚, 且主要集中在森林和草原等自然生态系统, 而以退化生态系统为对象的研究工作所占比例较低, 特别是以露天矿排土场自然侵入植被为对象的研究则更少。采用种子萌发法^[3]对阜新海州露天煤矿排土场

不同恢复类型的土壤种子库进行研究, 探讨在生态系统破坏条件下排土场植被的演替进程, 分析各类土壤种子库的自我更新能力, 为矿区植被的快速恢复提供依据。同时也为其他大型露天矿的土地复垦和生态重建提供示范, 为人工生态系统重建提供依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

阜新地处辽宁西北部, 所处地理位置为东经 121° 26', 北纬 42° 02', 年均降水量 539 mm, 蒸发量达 1 800 mm, 是典型半干旱地区, 属北温带大陆型多风气候区。海州露天煤矿排土场位于阜新西南部, 东西长 7 km, 南北宽 3 km, 占地 14 km², 平面呈弧形条带, 地势东高西低, 最高海拔+320m, 排土场相对标高+32 m~+200 m, 平盘较为平坦, 其土质是由露天矿排出的页岩、砂岩构成, 部分土地得到了良好的风化。

1.2 研究方法

1.2.1 土样的采集与萌发

根据露天煤矿排土场不同恢复类型, 选择典型地段土壤种子库进行采样, 选取的恢复类型有 5 种, 即: 工程覆土、紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)林地、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)林地、榆树(*Ulmus pumila*)林地、天然植被, 具体情况见表 1。

收稿日期: 2010-07-28

基金项目: 辽宁“百千万人才工程”培养经费资助, 项目编号: 2009921105

第一作者简介: 吴祥云(1962-)男, 博士, 教授, 博士生导师。现为辽宁工程技术大学水土保持生态修复研究院院长。主要从事矿区环境综合治理及恢复生态学等领域的教学科研工作。已取得省(部)市(厅)级科技成果 9 项, 获省(部)级科技进步奖 4 项, 市厅级奖励 6 项。在学术刊物上发表学术论文 60 余篇, 出版专著 4 部。“辽宁省百千万人才工程”百人层次。

表1 排土场恢复类型

样地号	恢复类型
1	工程覆土(2006年覆土)
2	紫穗槐地(2004年栽)
3	刺槐地(2003年栽)
4	榆树地(2003年栽)
5	天然植被

4月初,分别对5种恢复类型样地用土壤原装取土器采集原状土体^[4],装入布袋,带回实验室。过筛除去杂物后,在每个发芽盆(25cm×25cm×15cm)底部铺5cm厚的石砾,中间用5cm厚的高温灭菌硅砂隔开,最后均匀平铺1cm厚处理过的土样。每种类型做3次重复,共15个处理,然后在实验室进行种子发芽和幼苗种属诊断。种子发芽实验期间,每天定时(18h)喷洒适量的水分,使盆内的土壤保持湿润状态,以保证尽可能多的植物种子萌发出苗。种子萌发出苗后,仔细观察和诊断幼苗种属。土壤种子库密度用单位面积(1m²)土壤中有生命力的种子数量(即有效种子数量)来表示。种子发芽实验持续的时间为3个月。

1.2.2 数据处理

根据各样地种子库中的种子数量及其种类,大多土壤种子库的研究采用 Margalef 丰富度指数^[5](1)、Shannon—Wiener 多样性指数⁽²⁾以及在此基础上进行 Pielow 均匀度指数^[6](3)的计算。算式如下:

$$R=(S-1)/\ln N \quad (1)$$

$$H=-\sum_{i=1}^s (P_i \cdot \ln P_i) \quad (2)$$

$$E=H/\ln S \quad (3)$$

式中,S为各样地种子库中物种总数,N为各样地种子库中所有种的种子总数,P为各样地第i种植物的种子数占该样地种子库中总种子数比例。

采用 Sorensen 相似性系数^[7](4)来计算5种恢复类型的土壤种子库物种组成上的相似性,计算公式如下:

$$SC=2\omega/(a+b) \quad (4)$$

式中:SC为相似性系数;ω为2样地共有的植物种数;a、b分别为2样地各自拥有的植物种数。

2 结果与分析

2.1 种子库物种组成及生活型

在本研究所涉及的5种恢复类型的土壤种子库中,共收集到16种植物(由萌发的幼苗得出的可以萌发的种子,并非直接收集到的种子),分属5科,16属,以禾本科植物最多达5种,其次为菊科植物(4种),藜科3种,豆科3种,苋科1种(表2)。生活型分析结果表明,在所有种子库中,1年生草本植物种子的比例为37.50%,多年生草本植物为56.25%,落叶灌木的种子比例为6.25%。

表2 不同样地土壤种子库中主要植物物种及种子密度(粒·m⁻²)

植物名称	生活型	样地号				
		1	2	3	4	5
小蓟	P	15	11	0	8	0
菊科 草地风毛菊	P	0	33	4	22	52
小飞蓬	P	85	0	0	0	0
野谷草	P	0	0	0	25	0
狗尾草	A	0	170	237	244	252
禾本科 马唐	A	389	4	48	0	11
中华隐子	P	0	0	0	0	4
稗草	A	759	0	0	0	0
糙隐子草	P	3 141	8	96	0	0
紫苜蓿	P	0	4	0	0	26
豆科 兴安胡枝子	T	0	11	0	0	11
野豌豆	P	4	0	0	0	0
灰菜	A	81	0	0	26	0
藜科 猪毛菜	A	163	0	0	0	0
益母草	P	0	0	0	4	0
苋科 苋菜	A	19	0	0	0	0
合计		4 656	241	385	329	356

注:A为一年生草本;P为多年生草本;T为落叶灌木

2.2 不同恢复措施对土壤种子库物种组成的影响

排土场因土地恢复措施和恢复时间不同,使土壤基质微环境、特别是土壤基质的养分状况差异显著(表3),从而反映出不同恢复措施土壤种子库物种组成的差异。工程覆土地段有机质、全磷、全氮、全钾含量最低;栽种刺槐、紫穗槐、榆树都能增加土壤基质有机质的含量,增加幅度的大小为:刺槐>榆树>紫穗槐。

表3 不同恢复类型的土壤化学性质

恢复类型	酸碱度 pH	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%
工程覆土	6.95	0.41	0.50	1.70	6.64
紫穗槐林地	7.24	7.47	2.65	5.82	5.80
刺槐林地	7.00	16.66	4.4	7.26	4.95
榆树林地	7.18	12.84	4.66	7.13	4.34
自然植被	7.08	3.93	1.62	6.31	7.51

从土壤种子库物种组成指数表(表4)分析得出,紫穗槐地段物种丰富度指数最高,因为紫穗槐植株相对矮小,郁闭度小,光照比较充足,适于种子萌发和生长;刺槐地段物种丰富度指数最低,由于刺槐植株挺拔,叶枝茂盛,郁闭度大,光照较少,耐阴植物居多;工程覆土物种多样性指数最高,是因为进行工程覆土的土壤土质疏松,持水能力强,透气性好,有利于种子萌发。栽种紫穗槐、刺槐、榆树地段的物种多样性也较高,是由于这3种措施都能增加土壤中的营养物质,所以植物种类和数量较多,物种组成较为复杂,说明这几类立地条件有所好转;刺槐林地土壤种子库均匀度指数最高,是由于刺槐郁闭度高,导致物种丰富度较低,植物种子萌发与生长空间较大,资源环境利用度高。工程覆土地段的均匀度最低,是因为该措施使土壤种子库的物种丰富度、多样性指数都升高,资源环境的利用程度变低的结果。

表4 不同恢复类型土壤种子库物种组成指数

恢复类型	丰富度	多样性	均匀度
工程覆土	0.9472	1.0765	0.4899
紫穗槐林地	1.0939	1.0493	0.5392
刺槐林地	0.5039	0.9520	0.6867
榆树林地	0.8627	0.9429	0.5262
自然植被	0.8511	0.9820	0.5481

2.3 现实种子库与潜在种子库物种相似性

经计算得出,工程覆土、紫穗槐林地、刺槐林地、榆树林地、天然植被5种恢复措施的土壤上植被与土壤种子库的物种相似性系数分别为0.25、0.15、0.33、0.29、0.10,综合5种恢复类型土壤现实种子库与潜在土壤种子库物种相似性系数计算出排土场地上植被与土壤种子库物种相似性系数仅为0.224,表明排土场现实种子库与潜在种子库物种组成的相似程度较低。

2.4 不同恢复措施土壤种子库间的相似性

通过统计(表5)得出:不同恢复措施土壤种子库间物种相似性系数较低,物种相似性系数70%集中在0.1333~0.4615,这是因为恢复措施和恢复时间的不同种子库间相同物种较少;紫穗槐林

地与天然植被的相似性最高,达0.7692,这是因为紫穗槐的植株较小,透光性良好,环境因子与天然植被类型相近,所以两种恢复类型的物种相似度较高;工程覆土与天然植被的物种相似性系数最低,仅为0.1333,是由于工程覆土采用客土回填,极大程度地干扰了土壤种子库的物种组成,造成与天然植被物种相似性低的结果。

表5 不同恢复类型土壤种子库间相似性指数

样地号	1	2	3	4	5
1					
2	0.3750				
3	0.3077	0.7273			
4	0.2667	0.4615	0.4000		
5	0.1333	0.7692	0.6000	0.3333	

3 结论

在本研究所涉及的5种恢复类型的土壤种子库中,共统计到16种植物,分属5科,16属,禾本科植物最多,菊科次之,以多年生草本植物为主。排土场现实种子库与潜在种子库物种组成的相似程度较低;不同恢复类型土壤种子库间物种相似性系数较低。栽种紫穗槐的恢复措施最好,栽种刺槐次之,栽种榆树相对较差。对于紫穗槐、刺槐、榆树混交恢复类型的土壤种子库生态特征有待研究。

参考文献

- [1]王相磊,周进,等.洪湖湿地退耕初期种子库的季节动态[J].植物生态学报,2003,27(3):352~359.
- [2]韩丽君,白中科,等.安太堡露天矿排土场土壤种子库[J].生态学杂志,2007,26(6):817~821.
- [3]班勇.土壤种子库的结构与动态[J].生态学杂志,1995,14(6):42~47.
- [4]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.
- [5]王改玲,白中科,郝明德,等.平朔安太堡露天矿排土场土壤种子库研究[J].生态学杂志,2004,23(2):114~120.
- [6]张志权,束文圣,等.引入土壤种子库对铅锌尾矿废弃地植被恢复的作用[J].植物生态学报,2000,24(5):601~607.
- [7]张咏梅,何静,等.土壤种子库对原有植被恢复的贡献[J].应用与环境生物学报,2003,9(3):326~332.