

## 岷江上游毛榛、辽东栎灌丛及 3 种人工幼林土壤种子库的比较

刘文胜, 曹敏, 唐勇

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223)

**摘 要:** 本文采用野外调查与萌发实验相结合的方法对岷江上游地区自然恢复的灌丛以及 3 种人工林的土壤种子库状况进行了比较研究。结果显示, 各样地土壤种子库的储量为  $19\,250 \sim 31\,360$  粒/( $m^2 \times 10\,cm$ ) 之间, 人工林的土壤种子库储量和物种数量都大于自然恢复的灌丛, 其顺序为连香树 *Cercidiphyllum japonicum*、油松 *Pinus tabulaeformis* 混交林> 连香树林> 油松林> 毛榛 *Corylus mandshurica*、辽东栎 *Quercus liaotungensis* 灌丛, 各样地土壤种子库密度的垂直分布均为上层> 中层> 下层。在各样地土壤种子库的生活型组成中, 乔木种类所占比例极少, 而草本种类的数量较多。在灌丛的土壤种子库中, 灌木的物种数量及其在种子库中所占的比例均大于人工林。大序醉鱼草 *Buddleja macrostachya*、喜阴悬钩子 *Rubus mesogaeus*、华西绣线菊 *Spiraea laeta* 在种子库中的大量存在明显提高了灌木在各样地土壤种子库中所占的比例。

**关键词:** 岷江上游; 土壤种子库; 灌丛; 人工林

**中图分类号:** Q948. 1

**文献标识号:** A

岷江上游地区山高谷深, 气候多样, 其中蕴含着丰富的森林资源, 生物种类繁多, 珍稀特有生物丰富, 是我国生物多样性较高的地区之一<sup>[1]</sup>。然而, 由于长期砍伐, 森林面积锐减, 部分森林已退化成为灌丛、草坡。据估计, 山地退化灌丛面积占岷江上游山地面积的 40% 以上<sup>[2]</sup>。森林遭到破坏后, 其蓄水、保水性能降低, 自然灾害增加, 泥石流、滑坡等灾害性事件频繁发生, 对当地的生态安全及地方经济发展形成很大威胁。因而, 恢复与重建这些退化植被已成为当前最迫切的任务之一。

土壤种子库 (soil seed bank) 是指由埋藏在土壤或土壤表层的、具有活力的种子组成的储藏库。它是潜在的植物群落, 当地上植物群落受到干扰 (如人为砍伐、自然灾害、树木倒伏等)、群落小环境 (如光、热、水、土壤等条件) 发生改变, 这些种子 (主要由先锋种构成) 能够迅速萌发和生长, 对各种环境资源展开竞争<sup>[3]</sup>, 从而对森林演

替产生重要影响。因而, 土壤种子库在森林干扰后的更新与恢复、生物多样性的维持等方面起着重要的作用。在实践中, 土壤种子库的研究已涉及到矿业废弃地的治理<sup>[4, 5]</sup>、火烧地及弃耕地的恢复<sup>[6]</sup>、特有种的保护<sup>[7]</sup>、退化植被自然更新能力的评估<sup>[8]</sup>等方面。因此, 调查岷江上游各植被类型土壤种子库的组成状况, 对于我们了解各类型植被的自然更新能力、恢复潜力、预测其演替方向、进而指导各退化生态系统的恢复都具有非常重要的意义。本文以岷江上游地区较典型的退化植被类型毛榛 *Corylus mandshurica*、辽东栎 *Quercus liaotungensis* 灌丛、以及三种人工林 (即连香树林 *Cercidiphyllum japonicum*、油松林 *Pinus tabulaeformis*、连香树、油松混交林) 为研究对象, 通过萌发试验对其土壤种子库进行比较研究, 以期了解这些群落土壤种子库的组成特征, 为今后评估这些群落的自然恢复能力提供科学依据。

收稿日期 (Received date): 2002- 02- 18; 改回日期 (Accepted): 2003- 02- 18。

基金项目 (Foundation item): 本文系中国科学院知识创新重大项目“岷江上游典型退化生态系统恢复与重建实验示范研究” (项目号: KSCX1- 07- 03) 的部分成果。[The study was a part of the project “Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems on the Upper Minjiang River”, supported by the Chinese Academy of Sciences (No. KSCX1- 07- 03).]

作者简介 (Biography): 刘文胜 (1975- ), 男, 中国科学院西双版纳热带植物园在读硕士研究生, 主要从事恢复生态学研究。[LIU Wen-sheng (1975- ) is a graduate student of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, his major study area is Restoration Ecology.]

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

1 研究地区概况

研究区位于岷江上游一级支流大沟流域的中段, 地理位置为 103°51′04″~ 56°52′ E, 31°37′ 20″~ 44′ 53″ N。该流域南北长 14.2 km, 东西宽 5.5 km, 地形为峡谷区中山切割类型, 海拔范围在 1 500~ 3 090 m 之间。据位于研究区的中科院成都生物所茂县生态站多年气候观测结果, 该地区年均温 8.9 °C, 年有效积温为 2 690.8 °C, 年降雨量 900 mm, 属暖温性气候。该地段土壤为淋溶褐土至棕壤性土, 土壤含砾量在 30%~ 40%<sup>[9]</sup>。

本地区海拔 1 750~ 2 400 m 之间的原生植被为暖温带辽东栎林, 常与油松、糙皮桦 *Betula utilis*、红桦 *B. albosinensis*、山杨 *Populus davidiana* 等组成混交林<sup>[10]</sup>。该区域在上世纪 1950~ 1960 年代尚保存有辽东栎萌生林, 但经过近 30 a 来的重复砍伐, 辽东栎群落已明显矮化, 由具有较多萌生枝条的残留树桩组成, 辽东栎萌生林也退化成以毛榛、川榛 *C. heterophylla* var. *sutchuanensis*、辽东栎为主的灌丛植被<sup>[9]</sup>。为加快恢复这些退化植被, 当地以油松、云南松 *Pinus yunnanensis*、华山松 *P. armandi*、日本落叶松 *Larix kaempferi* 和连香树等为主要造林树种, 营造了大面积的人工林。

2 研究方法

2.1 样地设置

毛榛、辽东栎灌丛 (以下简称灌丛) 是当地分布较广的次生植被类型, 连香树林、油松林、油松与连香树的混交林 (以下简称混交林) 是当地较常见的 3 种人工林。研究地点选择在中国科学院成都生物研究所茂县生态站、海拔约 2 045 m 处, 各样地所处位置坡向、坡度、土壤等生态因子基本一致。该地段分布有较大面积的毛榛、辽东栎灌丛, 同时由各不同造林树种组成的人工林也在这里镶嵌分布, 并联接成片。本研究所选毛榛、辽东栎灌丛样地距 3 个人工林样地的最远距离约为 300 m。所选的 3 种人工林在造林前均为毛榛、辽东栎灌丛, 后经人工植树而成。其中, 1970 年在较平缓的山坡开辟了约 1.5 hm<sup>2</sup> 油松的种苗基地, 在 1982 年又对基地中的油松种苗进行了稀疏, 然后栽植连香树而形成连香树、油松混交林, 面积约 1 hm<sup>2</sup>。剩余的 0.5 hm<sup>2</sup> 种苗基地则在 1982 年停止油松育种后, 用于种植药材 (大黄 *Rheum* spp. 等), 然后于 1988 年又种植连香树而形成连香树林。在连香树林和混交林旁边约 150 m 处为油松林样地, 它是 1988 年直接在灌丛中栽植油松而形成, 面积约 1 hm<sup>2</sup>。各样地的基本情况见表 1。

表 1 样地基本情况  
Table 1 Basic feature of the study fields

样地名	群落高度 (m)	分层情况	上层盖度	林龄	土壤类型
灌丛	2.5	灌木、草本	50%	—	棕壤
连香树林	9.0	乔木、草本	65%	13	棕壤
油松林	8.0	乔木、灌木、草本	60%	13	淋溶性褐土
混交林	7.5	乔木、草本	65%	19	棕壤

从物种组成来看, 毛榛、辽东栎灌丛的主要植物种类有毛榛、川榛、辽东栎、绢毛蔷薇 *Rosa sericea*、卵果蔷薇 *R. helenae*、小果蔷薇 *R. cymosa*、匍匐子 *Cotoneaster adpressus*、鬼灯檠 *Rodgersia aesculifolia*、珠芽蓼 *Polygonum viviparum*、莎草 *Cyperus* sp. 等。连香树林林下的草本植物主要有唐古特大黄 *Rheum tanguticum*、四叶 *aliurm bungei*、升麻 *Cimicifuga foetida*、莎草等。油松林林下的主要植物种类有绢毛蔷薇、升麻、莎草、鱼腥草 *Houttuynia cordate*、喜阴悬

钩子 *Rubus mesogaeus*、川莓 *R. setchuenensis* 等灌木及草本植物。混交林林下的草本植物主要有莎草、东方草莓 *Fragaria orientalis*、升麻、四叶、唐松草 *Thalictrum przewalskii* 等。

2.2 土壤种子库取样及种子萌发

我们分别在上述 4 种植被类型的典型地段采集土壤种子库样本。土壤种子库取样采用样线法, 即在每个样地内距林缘约 10 m 处平行设置一条 20 m 的样线, 在样线上每隔 2 m 取一组土样, 每组土样的取土面积为 10 cm × 10 cm, 由上层 (0~ 2

cm)、中层 (2~ 5 cm) 和下层 (5~ 10 cm) 组成。每个样地设置 2 条样线, 共取 20 组、60 个土样。取样时间为 2001- 11- 09~ 2001- 11- 11。

土样取回后, 将其分层铺于温室 (透光塑料瓦盖顶, 周围用玻璃密封) 内的花盆中, 让种子自然萌发。适时浇水, 使土壤保持湿润。定期 (每 2d 为一周期) 观测种子的萌发情况。为了解温室内外来种子的污染情况, 也同时在温室内设置了 6 盆无种子土壤 (80 kPa 的高压下将土壤煮沸 1 h, 将土壤中可能存在的种子杀死)。检测结果显示, 未发现明显的外来种子污染。种子萌发后, 对能鉴定的幼苗进行种类鉴定、计数后清除; 暂时不能鉴定的幼苗进行标记后移栽, 直到幼苗长大到能鉴定时为止。整个过程持续至盆中不再有幼苗萌发后将同一样本土样再混合, 并继续观测, 直至土样中不再有种子萌发时结束萌发实验。

3 结果与分析

3.1 土壤种子库储量

本文所指的土壤种子库储量是指厚度为 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。它是通过土壤样本中萌发的幼苗数量来计算的。研究结果表明, 人工林的土壤种子库储量均大于灌丛的种子库储量 (表 2)。各样地土壤种子库储量的大小顺序为: 混交林> 连香树林> 油松林> 灌丛。虽然方差检验结果显示 (One-way ANOVA 检验) 4 样地间土壤种子库密度差异极其显著 ( $F=10.584, P<0.001$ ), 但是并非所有样地种子库密度之间两两比较差异均显著, 多重比较结果表明, 灌丛与油松林、连香树林与混交林之间差异不显著 ( $P$  值分别为 0.135 和 0.234)。

表 2 各样地土壤样本 (20 个 10cm×10cm×10cm) 中萌发的幼苗数量和种子库储量 (平均值±标准误,  $n=20$ )

Table 2 The number of seedlings germinated from 20 soil samples (10cm×10cm×10cm) taken from four study fields (mean±standard error,  $n=20$ )

样地名	不同层次土壤萌发的幼苗数量 (株)				种子库储量 (粒/m <sup>2</sup> )
	0~ 2cm	2~ 5cm	5~ 10cm	合计	
灌丛	1418	1454	978	3850	19250±6295
连香树林	1752	2222	1556	5530	27660±9383
油松林	2493	1232	632	4357	21785±7714
混交林	2066	2036	2170	6272	31360±6463

土壤种子库的垂直分布是以土壤种子库中的种子密度来表示的, 即以单位体积土壤中的种子含量来计算。结果表明, 各样地土壤种子库密度顺序均为上层> 中层> 下层。虽然经 One-way ANOVA 检验表明各样地土层之间种子密度存在明显差异, 但是经多重比较, 连香树林上层土壤种子密度与中层之间无明显差异 (表 3), 其原因可能与连香树林

为成都生物所林药混交的示范模式, 林下人工栽培唐古特大黄、土壤经常被人践踏, 从而导致上层土壤中的种子较多地进入中层有关。

3.2 土壤种子库的种类及生活型组成

土壤种子库的种类组成及生活型谱是土壤种子库的重要特征。本研究所有四个样地土壤样本共萌发出植物幼苗 20 009 株, 分属于 38 科、82 属、94 种。其中菊科 (6 193 株, 占 31.0 %)、蔷薇科 (5 844 株, 占 29.2 %)、马钱科 (2 866 株, 占 14.3 %)、禾本科 (2 047 株, 占 10.2 %)、毛茛科 (1 073 株, 占 5.4%) 为种子储量较丰富的 5 个科。各样地土壤种子库的物种组成显示, 各人工林的物种种数均略多于灌丛 (表 4)。在各样地的种子中, 19 个科为 4 个样地土壤样本所共有的科, 30 个种为 4 样地土壤样本共有的种。

土壤种子库生活型的物种组成情况表明, 双子叶草本植物在各样地土壤种子库中占绝对优势, 均在 40 种以上, 超过物种总数的 70%, 而乔木种类

表 3 种子在各样地不同土层中密度差异的方差检验 (One-way ANOVA)

Table 3 Analysis of variance of seed density in the three soil layers (One-way ANOVA)

样地名	各层土壤种子密度 LSD 检验结果 ( $P$ 值)		
	上层- 中层	中层- 下层	上层- 下层
灌丛	0.004 *	0.000 *	0.000 *
连香树林	0.181	0.000 *	0.000 *
油松林	0.000 *	0.000 *	0.000 *
混交林	0.001 *	0.025 *	0.000 *

\* 表示均值在 0.05 水平上有明显差异。

则极少, 灌丛土壤样本中甚至未发现乔木的种子 (图 1)。从灌木种类组成情况来看, 灌丛土壤样本中为最高, 达 12 种, 油松林也达 9 种, 而连香树林和混交林则较少, 均为 6 种。

表 4 各样地土壤种子库物种组成 (20 个 10×10×10 cm<sup>3</sup> 土样/ 每样地)  
Table 4 Species composition of the soil seed bank of study fields (twenty 10×10×10 cm<sup>3</sup> samples for each field)

样地名	科	属	种	优势科
灌丛	26	48	57	蔷薇科、马钱科、菊科
连香树林	29	53	60	菊科、蔷薇科、禾本科
油松林	27	49	57	蔷薇科、马钱科、菊科
混交林	26	52	59	菊科、蔷薇科、禾本科

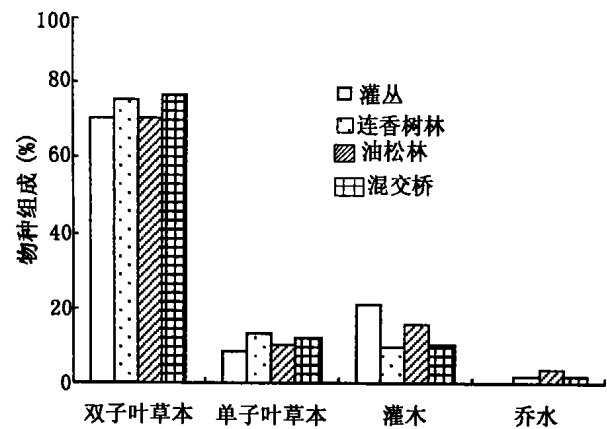


图 1 各样地土壤种子库生活型的物种组成  
Fig. 1 Proportional composition of life forms by species in the soil seed banks of the fields

土壤种子库生活型的个体组成表现出与其物种组成不完全一致的趋势 (图 2)。尽管双子叶草本植物在连香树林及混交林土壤种子库中仍然占优势, 但灌丛和油松林土壤种子库中灌木所占比例比双子叶草本更高, 这主要是由于一些灌木如大序醉鱼草 *Buddleja macrostachya*、喜阴悬钩子、华西绣线菊 *Spiraea laeta* 等可产生丰富的种子, 极大地提高了灌木在土壤种子库中的比例 (见表 5)。当然, 应指出的是, 上述三种灌木种子在 4 个样地的土壤中均较丰富, 且灌木在整个土壤种子库中所占比例的顺序 (灌丛> 油松林> 混交林> 连香树林) 与灌木物种数在相应样地中的排列顺序基本一致, 说明灌木的种子在灌丛及油松林的土壤中占有较重要的地位。而乔木的种子数量在土壤种子库中所占比例则极低 (在图 2 中未能显现出来)。如连香树林土壤样本中仅发现 1 粒连香树种子, 油松林中发现 2 种 (白桦与云南松) 各 1 粒乔木种子, 混交林中也仅有 2 粒油松种子, 而灌丛的土壤样本中甚至未发现乔木的种子。在 4 个样地的土壤中共发现 4 种 5

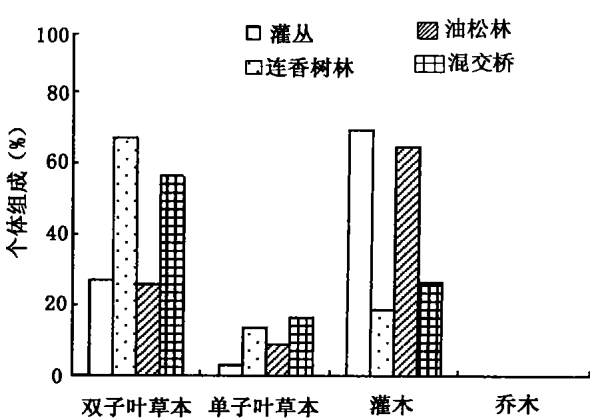


图 2 各样地土壤种子库生活型的个体组成  
Fig. 2 Proportional composition of life forms by individuals in the soil seed banks of the fields

粒乔木种子, 可见乔木种子在样地中极少, 这与样地的干扰历史和样地群落结构有关。这些人工林样地以前均为经多次砍伐后形成的大面积毛榛、辽东栎灌丛, 虽然在很多地段经植树而形成人工林, 但造林树种主要为油松、云南松、华山松、日本落叶松等暖温性针叶树种及白桦、红桦等落叶阔叶树种。而松属植物及桦木属植物种子在土壤中存活时间较短<sup>[11]</sup>, 因而很难以土壤种子库形式存在, 而辽东栎种子的个体较大、受捕食严重、且无休眠期<sup>[12]</sup>, 因而也很难在土壤中存在。

3.3 土壤种子库优势成分

本文所指优势种为相应样地土壤样本中种子数量居前 5 位的植物。研究结果显示, 各样地土壤种子库优势成分相差不大, 其中香青 *Anaphalis sinica*、华西绣线菊、大序醉鱼草 3 种植物为 4 样地共同的优势种 (表 5), 其原因可能与各样地相隔距离较近、并且具有相似的干扰历史、各人工林建立时间不长有关。

从表 5 各优势种的生活型情况来看, 香青、升

麻、西南草莓为双子叶草本植物，止血马唐 *Digitaria ischacumu* 为单子叶草本，华西绣线菊、大序醉鱼草、喜阴悬钩子为灌木。土壤种子库的优势种具有种子产量高、易于散布<sup>[13]</sup>、种子在土壤种子库中的寿命较长<sup>[14]</sup>等特点。本研究中，香青是一种多年生草本植物，其种子产量高、个体小、并且顶端有冠毛、易于随风散播。升麻生于山地林边或草坡上，也能产生大量种子。大序醉鱼草也能产生较大的种子，且种子两端有翅，也有利于随风散播。华西绣线菊、止血马唐等种子也具有种子

数量多，利于随风传播的特点。喜阴悬钩子、西南草莓 *Fragaria moupinensis* 不仅能产生大量种子，而且其果实为聚合果，种子聚集在花托上，鸟类及其它动物取食其果实时也同时取食了大量的种子，由于动物对具有聚合果植物种子的传播有很重要的作用<sup>[15]</sup>，因而，它们的种子也较容易散布。*Rubus* 属植物的种子能够在土壤中保存较长时间<sup>[11]</sup>。如 *Rubus allegheniensis* 在实验室条件下其种子可储存 25 a<sup>[16]</sup>，喜阴悬钩子在土壤中的丰富与其种子在土壤中能储存较长时间也有较大关系。

表 5 不同样地土壤种子库的优势种组成<sup>1)</sup>  
Table 5 Dominant species of the soil seed banks in study fields

植 物 名 称	样地名称			
	灌丛	连香树林	油松林	混交林
华西绣线菊 <i>Spiraea laeta</i>	1374(35.7%)	671(12.1%)	1606(36.9%)	978(15.6%)
大序醉鱼草 <i>Buddleja macrostachya</i>	1101(28.6%)	292(5.3%)	951(21.8%)	522(8.3%)
香青 <i>Anaphalis sinica</i>	308(8.0%)	2182(39.5%)	397(9.1%)	2655(42.3%)
喜阴悬钩子 <i>Rubus mesogaeus</i>	180(4.7%)	84(1.5%)	255(5.9%)	172(2.7%)
升麻 <i>Cimicifuga foetida</i>	157(4.1%)	109(2.6%)	267(6.1%)	219(3.5%)
止血马唐 <i>Digitaria ischacumu</i>	27(0.7%)	549(9.9%)	66(1.5%)	857(13.7%)
西南草莓 <i>Fragaria moupinensis</i>	12(0.3%)	193(3.5)	6(0.1%)	0

1) 本文所指优势种为种子数量在相应样地土壤样本中居前 5 位的植物, 表中所列为各优势种种名、种子数量及在相应样地土壤种子库中所占比例(括号内), 黑体字表示相应样地优势种种子的分布情况。

4 讨论

4.1 人工造林对土壤种子库的影响

人工造林是快速恢复森林的一种重要方式，但人工林建立后森林立地小气候改变而对土壤种子库有一定影响。Granström (1988)<sup>[14]</sup>对瑞典西南部 Skåne 省一个石楠林的研究发现, 人工种植云杉 *Picea abies* 后林下土壤种子库密度下降。其原因是人工林郁闭后, 进入林下土壤中的种子减少, 而土壤中原来存在的种子却随时间推移不断死亡。本研究各人工林的土壤种子库种类、储量均大于灌丛, 另一方面, 各人工林土壤种子库中灌木的种类数量均小于灌丛。其原因可能是本研究各样地面积都不大, 且相隔较近, 一些风播种子(如香青、早熟禾等)可较容易在样地间传播。而人工林建立后, 森林荫蔽度增加, 林下光照减弱, 一些阳生性草本植物种子(如香青、早熟禾等)因不适于在荫蔽条件下萌发而能在人工林下保存更长时间, 因而土壤种子库的储量得到提高。而灌丛与油松林土壤种子库密度差异

不显著可能与油松林处于其它几种类型的人工林的包围之中, 距灌丛及其它荒坡较远, 一些风播种子较难进入林中有关。造林后, 一方面地上灌木在植树时受到人为砍伐而死亡, 另一方面造林树种长成后一些灌木的生长因上层乔木的荫蔽而受到抑制, 因而人工林下的灌木种类较灌丛中少, 从而人工林的土壤种子库中灌木物种数量、个体数量也较少。油松林是直接在灌丛中营造的人工林, 灌木保存的数量较其他 2 种人工林更多。经实地调查, 油松林下灌木层盖度达 10%, 这些灌木种子成熟后, 种子较容易进入土壤形成土壤种子库, 因而其种子库中灌木的种数及种子量也较丰富。而连香树林和混交林均是在灌丛被清理种植药材后, 再种植连香树、油松等树木而成林, 林下基本无灌木, 且土壤中一些灌木种子在种地时受到破坏, 因而进入土壤中的灌木种子也较少。这从一个侧面说明退耕还林地造林要注意向其中输入种源, 同时也说明成都生物所采用的坡地清带造林法, 即顺山坡沿等高线水平间隔一定宽度清除灌丛、形成一定宽度的砍伐带、并在其中种植树木, 同时保留一定宽度的灌丛带, 使其

与种植带相间排列的方法, 对保存植被恢复的种源有较大作用。

#### 4.2 土壤种子库与干扰

人为干扰(人为砍伐等)是大沟流域植被退化的根本驱动力<sup>[9]</sup>。土壤种子库是地上植被的重要来源, 因而必然对地上植被产生重要影响。在人畜持续干扰之下, 当地植物群落的结构、成分发生了较大的改变。包维楷等(2000)<sup>[9]</sup>根据当地植物种群密度或盖度在人为干扰梯度上的反应差异, 将 47 种植物分为 3 个反应种组: 扩展型种组(Invasive species group)(随干扰强度增大而种群数量明显增多)、敏感型种组(Sensitive species group)(随干扰强度增大而种群数量明显减少, 若干扰继续下去, 这些种将处于局部濒危状态或局部消灭)、忍耐型种组(Tolerant species group)(随干扰强度变化并未表现出明显的种群数量变化)。本研究发现, 在人为干扰之下, 土壤种子库中一些数量较多的植物正逐步取代原有的优势植物, 在地上植被中占据优势地位, 而一些土壤种子库中数量较少的种类则逐步减少, 甚至濒危。如大序醉鱼草在包维楷等(2000)的植物反应种组中属于扩展型种组, 同时它在土壤种子库中也是优势种之一; 其它许多扩展型或忍耐型种组的植物如贯叶金丝桃、香青、升麻、莎草、绢毛蔷薇、羽裂蟹甲草 *Cacalia tangutica*、糙苏 *Phlomis umbrosa*、小叶六道木 *Abelia parvifolia*、木 *Aralia chinensis*、珠芽蓼等在种子库中也均有多量分布。而在包维楷等(2000)所列的 6 种敏感型植物中, 本次土壤种子库调查中未发现一种植物。因而, 植物种子在土壤种子库中的表现在一定程度上也反映了其对干扰的响应方式。

有趣的是, 尽管灌丛土壤种子库个体组成中灌木占优势(图 2), 但灌丛的主要优势种辽东栎、毛榛、川榛等种子并不丰富, 本次取样的 4 个样地中仅发现 1 粒毛榛种子, 这可能与萌生是其种群抵抗干扰的一种重要方式有紧密的联系<sup>[9,17]</sup>。当人为砍伐强度与频度不超过一定的阈值, 即残留营养体(主要为根部)还具有萌生潜力时, 这些植物将会产生较多的萌生枝条, 从而在与主要依靠种子萌发抵抗干扰的植物竞争中占据优势。当干扰进一步增强, 萌生潜力明显减弱时, 土壤中保存的植物种子(如华西绣线菊、大序醉鱼草、喜阴悬钩子等)将会充分萌发、生长, 在与采取萌生作为重要对策进行更新的植物竞争中取胜, 在地上植被中占优势, 形成多刺、多毛

矮灌丛。这时, 原有灌丛的优势种也将缺乏种源, 恢复更加困难。

致谢: 本研究蒙中国科学院昆明植物研究所李锡文教授及云南大学王跃华教授帮助鉴定幼苗标本, 中国科学院成都生物研究所茂县生态站协助野外工作, 在此表示感谢!

#### 参考文献(References):

- [1] PU Fa-Ding. The present conditions of ecology and biodiversity protection at upstreams of Minjiang. *Resources Science*. 2000, **22** (5): 83~ 85. [薄发鼎. 岷江上游生态学现状及生物多样性保护[J]. 资源科学, 2000, **22**(5): 83~ 85.]
- [2] Bao Wei-Kai, Qiao Yong-Kang & Qian Neng-Bin. Evaluation of afforestation technology with strip clearing shrubs in slope land. *Eco-Agriculture Research*. 1998, **6**(2): 44~ 47. [包维楷, 乔永康, 钱能斌. 坡地清带造林技术评价研究[J]. 生态农业研究, 1998, **6**(2): 44~ 47.]
- [3] Hyatt, L. A. & Casper, B. B. Seed bank formation during early secondary succession in a temperate deciduous forest. *Journal of Ecology*. 2000, **88**: 516~ 527.
- [4] Archibold, O. W. Seed input as a factor in the regeneration of strip-mine wastes in Saskatchewan. *Canadian Journal of Botany*. 1980, **58**: 1490~ 1495.
- [5] Zhang Zhi-Quan, Shu Wen-Sheng, Lan Chong-Yu & Huang Ming-Hong. The revegetation of a Lead/Zinc Mine tailings site with an introduced soil seed bank. *Acta Phytocologica Sinica*. 2000, **24**(5): 601~ 607. [张志权, 束文圣, 蓝崇钰, 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.]
- [6] Tang Yong, Cao Min, Zhang Jianhou & Ren Yonghong. The impact of slash-and-burn agriculture on the soil seed bank of *Trema orientalis* Forests. *Acta Botanica Yunnanica*. 1997, **19**(4): 423~ 428. [唐勇, 曹敏, 张建侯, 等. 刀耕火种对山黄麻林土壤种子库的影响[J]. 云南植物研究, 1997, **19**(4): 423~ 428.]
- [7] Baskin, J. M. & Baskin, C. C. The seed bank in a population of an endemic plant species and its ecological significance. *Biological Conservation*. 1978, **14**: 125~ 130.
- [8] Bekker, R. M., Verweij, G. L., Smith, R. E. N., Reine, R., Bakker, J. P. & Schneider, S. Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology*. 1997, **34**: 1293~ 1310.
- [9] Bao Wei-Kai, Cheng Qing-Heng & Liu Zhao-Guang. Changes of structure and species composition of degraded plant community along disturbance gradients of different intensities. *Acta Botanica Yunnanica*. 2000, **23**(3): 307~ 316. [包维楷, 陈庆恒, 刘照光. 退化植物群落结构及其物种组成在人为干扰梯度上的响应[J]. 云南植物研究, 2000, **23**(3): 307~ 316.]
- [10] The Editorial Board of "Forests in Sichuan". *Forests in Sichuan*. Beijing: China Forestry Publishing House, 1990, 630~ 634. [四川森林编辑委员会. 四川森林[M]. 北京: 中国林业

出版社, 1990, 630~ 634. ]

- [ 11] Hill, M. O. & Stevens, P. A. The density of viable seed in soils of forest plantations in upland Britain. *Journal of Ecology*. 1981, 69: 693~ 709.
- [ 12] Sun Shi-Cun, Cheng Ling-Zhi. Seed demography of *Quercus liaotungensis* in Dongling Mountain Region. *Acta Phytocologia Sinica*. 2000, **24**(2): 215~ 221. [ 孙书存, 陈灵芝. 东灵山地区辽东栎种子库统计. 植物生态学报. 2000, **24**(2): 215~ 221. ]
- [ 13] Cao Min, Tang Yong, Zhang Jian-Hou & Sheng Cai-Yu. Storage and dominants in soil seed banks under the tropical forests of Xishuangbanna *Acta Botanica Yunnanica*. 1997, **19**(2): 177~ 183. [ 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. ]
- [ 14] Granström, A. Seed banks at six open and afforested heathland sites in Southern Sweden. *Journal of Applied Ecology*. 1988, 25: 297~ 306.
- [ 15] Bigwood, D. W. & Inouye, D. W. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology*. 1988, 69: 497~ 507.
- [ 16] Jobidon, R. Nitrate fertilization stimulates emergence of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) under forest canopy. *Fertilizer Research*. 1993, 36: 91~ 94.
- [ 17] Wang Wei, Li Qing-Kang & Ma Ke-Ping. Establishment and spatial distribution of *Quercus liaotungensis* seedlings in Dongling Mountain. *Acta Phytocologia Sinica*. 2000, **24**(5): 595~ 600. [ 王巍, 李庆康, 马克平. 东灵山地区辽东栎幼苗的建立和空间分布. 植物生态学报. 2000, **24**(5): 595~ 600. ]

## A Comparison in the Soil Seed Banks of a *Corylus Mandshurica*-*Quercus Liaotungensis* Mixed Scrub Community and Three Young Forest Plantations in the Upper Reach of Minjiang River

LIU Wen-Sheng, CAO Min, and TANG Yong

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650223 China)

**Abstract:** As a preliminary study of the soil seed banks in the upper reach of Minjiang River, this paper examined the soil seed banks of three forest plantations and a *Corylus mandshurica*-*Quercus liaotungensis* mixed scrub community based on the field observation and germination trial in Dagou Basin, Maoxian County, NW Sichuan. The results showed that the seed densities in the soil seed banks of 4 communities were between 19 250 and 31 360 seeds  $m^{-2}$  in the top soil of 10 cm. Both the numbers of the individual and species of seeds in the soil seed bank of the three forest plantations were higher than those of the scrub community. The seed densities decreased with soil depth in all four communities. The seeds of grass and herb species dominated the soil seed banks, but tree seeds were rare in the soil seed banks under all four communities. The percentage of seeds of shrub species in the soil seed banks of the scrub community was higher than those of the forest plantations. The proportions of scrub were highly increased as the large storage of seeds of *Buddleja macrostachya*, *Rubus mesogaeus* and *Spiraea rosthornii* in the soil seed banks of all 4 communities.

**Key words:** the upper reach of Minjiang River; soil seed bank; scrub community; forest plantation