

# 桂西南石漠化山地土壤种子库的基本特征及植被恢复对策

吕仕洪, 陆树华, 欧祖兰, 向悟生, 王晓英, 覃家科

(广西壮族自治区广西植物研究所, 广西桂林 541006)  
中国科学院

**摘要:** 采用幼苗萌发法对广西平果县龙何示范区石漠化山地的土壤种子库进行初步研究。结果表明, 该地区土壤种子库共有 108 种植物, 隶属于 33 科 81 属, 其中草本 81 种、灌木 20 种、藤本 7 种; 其土壤种子库的种子密度为  $64.6 \sim 339.7$  粒  $\cdot m^{-2}$ , 且在不同土地利用类型区及不同季节存在较大差别。在分析土壤种子库对其植被恢复作用的基础上, 认为可采取自然封育和人工造林等措施, 以促进现存植被的正向演替。

**关键词:** 石漠化山地; 土壤种子库; 基本特征; 植被恢复; 对策

中图分类号: Q948.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2007)01-0006-06

**Basic characters of soil seed bank and measures of vegetation restoration in rock desertification area in southwest of Guangxi** LÜ Shi-hong, LU Shu-hua, OU Zu-lan, XIANG Wu-sheng, WANG Xiao-ying, QIN Jia-ke (Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(1): 6-11

**Abstract:** Soil seed banks had been studied preliminarily with seedling germination in rock desertification mountain land in Longhe Eco-demonstration Area of Pingguo County of Guangxi. The results showed that there were 108 species belonging to 33 families and 81 genera in soil seed banks. These species included 81 herbs, 20 shrubs and 7 vines. Seed densities varied from 64.6 to 339.7 grain  $\cdot m^{-2}$  in according to different land utilization types and seasons. Based on effect of soil seed banks on vegetation restoration, the befitting measures of vegetation restoration were put forward, which included natural close hillsides and artificial forestation to accelerate positive succession of vegetation.

**Key words:** rock desertification area; soil seed bank; basic character; vegetation restoration; measure

喀斯特石漠化是指喀斯特山区地表土层严重流失、基岩大面积裸露, 地表出现类似于荒漠化景观的土地退化过程<sup>[1]</sup>。桂西南是中国石漠化比较严重的地区之一, 森林植被消失、水土流失严重、旱涝灾害频繁、生产力低下和经济贫困是石漠化山区的基本特征<sup>[2-4]</sup>。植被恢复是石漠化治理的基本出发点和根本措施, 而封山育林和人工重建是退化生态系统植被恢复和重建的基本途径<sup>[5]</sup>, 其中, 封山育林依赖的物质基础包括现存植被和土壤种子库, 且封山育林效果与现存植被的性质和土壤种子库的特征紧密相关。因此, 开展石漠化地区土壤种子库的研究对探索石漠化地区植被恢复技术措施具有非常重要的意义。

土壤种子库是指存在于土壤表面和土壤中全部

存活种子的总和<sup>[6-10]</sup>, 其基本特征及其对植被恢复的作用均取决于其种类组成、种子密度和时空动态等因素。由于土地利用改变了原有地表植被的物种组成、覆盖度、植物结实量及土壤贮藏环境等因素, 对土壤种子库的基本特征产生了较大的影响。

近几年来, 石漠化治理已成为中国西南岩溶地区生态重建的重中之重, 贵州和广西等省区在石漠化治理等方面取得了不少成绩和进展<sup>[11]</sup>。刘济明、

收稿日期: 2006-05-30

基金项目: 广西科学基金资助项目(桂科基 0342001-6)、国家“十五”科技攻关计划项目(2001BA606A-08)、中国科学院“西部之光”人才培养计划和广西科技攻关项目

作者简介: 吕仕洪(1968-), 男, 广西玉林人, 学士, 副研究员, 主要从事植物栽培和恢复生态学方面的研究工作。

沈有信等人对一些岩溶地区的土壤种子库进行了较为深入的研究<sup>[12,13]</sup>,但未见石漠化地区土壤种子库的相关报道。

笔者以广西平果县龙何生态重建示范区(以下简称龙何示范区)石漠化山地为研究对象,探讨其不同土地利用区域土壤种子库的基本特性,同时对土壤种子库在植被恢复过程中的作用进行初步分析,据此提出相应的植被恢复对策。

## 1 研究区域自然概况和研究方法

### 1.1 研究区域自然概况

龙何示范区始建于2001年10月,位于广西平果县果化镇,以布尧村龙何屯为中心,属典型的峰丛洼地分布区。整个示范区最高海拔562.1 m,洼地与山顶之间高差为50~250 m,山体比较陡峭,坡度多在25°以上。示范区毗邻右江河谷,属南亚热带季风气候,热量丰富,降水量较多但干、湿季十分明显,其地带性植被为具有复层结构的常绿落叶阔叶混交林<sup>[14]</sup>。据多年气象观测资料显示,该地区年均气温为19.1℃至22.0℃,极端高温38.8℃,极端低温-1.3℃,>10℃的年积温7465.6℃;年降水量1369.9 mm,且降水量季节分配十分不均,5月至8月的降水量约占年降水量的70%,而9月至翌年4月仅占30%;干旱指数0.82,尤以春旱为甚。

龙何示范区山地面积293.7 hm<sup>2</sup>,约占全示范区土地总面积的91%。植被退化及基岩大面积裸露是其最为突出的景观特征,森林覆盖率不足1%,绝大部分山地为高度不足1 m的低矮灌草丛。

### 1.2 研究方法

1.2.1 野外调查方法 于2002年11月、2003年5月、2003年11月和2004年5月采用土壤种子库的一般研究方法<sup>[6~10]</sup>进行野外调查。调查采取临时样方法,即每次调查都是不同土地利用区域内的不同坡位设置的临时样方内进行,样方大小分为10 m×10 m(乔木幼林)和5 m×5 m(灌草丛和草丛)2个类型,同一类型区域的2个样方之间相距50 m以上。记录样方所在位置、地形及样地周围环境,包括坡位、坡度、群落高度和总盖度、各植物种类的高度和盖度、开花结实情况等。此外,还对样方内及其周边5 m范围内开花和结实的植物种类进行记录。

土样采集采取大数量小样方分层取土法<sup>[8]</sup>,即在20 cm×20 cm的小框内,分0~5、5~10、10~15和15~20 cm 4个层次采集土样供室内分析和盆栽观察。2年内共设置取土点229个,采集土样548份,其中乔木幼林区、灌草丛区、放牧采樵区和弃耕区的取土点分别为22、93、49和65个,分别采集土样61、210、105和172份。

1.2.2 种子的盆栽萌发实验方法 植物种类鉴别和种子数量统计采用幼苗萌发法<sup>[15]</sup>。首先在室内对土样进行初步处理,去除细根和枯枝落叶,然后装入营养钵中,置于密封透光的塑料大棚内,观察种子萌发情况,每份土样放置1个营养钵,土层厚度5~8 cm。采取人工浇水方式保持土壤湿润,棚内温度及光照则维持自然状态,每隔7天统计1次发芽情况,记录能鉴别出的植物幼苗种类及数量并予以拔除,不能鉴别出种类的幼苗则待其生长至能鉴别出种类为止,持续观察6个月以上,直至连续2周无新种子发芽为止。

在统计各土样萌发实验结果的基础上,各调查区域按灌木、草本和藤本进行统计。种子密度为同一采土点不同层次土样的种子数之和,最终数据为2年相同季节统计数的平均值。

## 2 结果和分析

### 2.1 土壤和植被状况分析

从2001年开始,龙何示范区及其周边山地就被划分为自然封育区、放牧采樵区(简称樵牧区)和弃耕区等区域,主要有裸岩、草丛、灌草丛和乔木幼林等植被类型,且各区域的土壤与植被状况各有不同。

2.1.1 自然封育区 龙何示范区的自然封育区包括乔木幼林和灌草丛2种植被类型(以下分别简称乔木幼林区和灌草丛区)。

乔木幼林区:西坡,坡度35°,土表面积比5%;群落高度4.0 m,群落总盖度90%;主要植物种类有川钓樟(*Lindera pulcherrima* Benth.)、圆叶乌柏(*Sapium rotundifolium* Hemsl.)、东京槭(*Acer tonkinense* H. Lec.)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca* Oerst.)、显脉新木姜(*Neolitsea phanerophlebia* Merr.)、石山棕(*Guihaia argyrata* S. K. Lee. and F. N. Wei)、金合欢(*Acacia farnesiana* Willd.)和蕨菜(*Pteridium aquilinum* Kuhn var. *latiusculum* Undrew.

ex Hell.)等,其中能开花结实的种类有11种,包括石山棕、金合欢、广西斑鸠菊(*Vernonia chingiana* Hand.-Mazz.)和红背山麻杆(*Alchornea trewioides* Muell.-Arg.)等种类。

灌草丛区:东坡和南坡,坡度 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ,土表面积比为 $5\% \sim 15\%$ ;群落高度 $1.5 \sim 2.5$  m,群落总盖度 $60\% \sim 90\%$ ;主要植物种类有灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens* Hand.-Mazz.)、黄荆条(*Vitex negundo* Linn.)、红背山麻杆、潺槁树(*Litsea glutinosa* C. B. Rob.)、雀梅藤(*Sageretia thea* Jonst.)、水蔗草(*Apluda murica* Linn.)、莠竹(*Microstegium nodosum* Tzvel.)、飞机草(*Chromolaena odorata* DC.)、蔓生莠竹(*Microstegium vagans* A. Camus.)、肾蕨(*Nephrolepis cordifolia* Presl)和类芦(*Neyraudia reynaudiana* Keng)等,其中能开花结实的种类有58种,包括青芒麻(*Boehmeria nivea* Gaudich.)、类芦、飞机草、兰香草(*Caryopteris incana* Miq.)、蔓生莠竹、黄荆条、雀梅藤、灰毛浆果楝和千里光(*Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don)等。

2.1.2 放牧采樵区(樵牧区) 植被类型为灌草丛,北坡和西北坡,坡度 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ,土表面积比小于 $5\%$ ;群落高度 $0.6$  m,群落总盖度小于 $40\%$ ;主要植物种类有红背山麻杆、石山棕、子凌木(*Syzygium championii* Merr. et Perry)、灰毛浆果楝、柞木(*Xylosma racemosum* Miq.)、飞机草、蔓生莠竹、类芦、莠竹、肾蕨和蕨菜等,其中能开花结实的种类有40种,包括千里光、蔓生莠竹、类芦、石山巴豆(*Croton euryphyllus* W. W. Smith)、红背山麻杆、水蔗草和石山花椒(*Zanthoxylum calcicola* Huang)等。

2.1.3 弃耕区 植被类型为草丛,东坡和北坡,坡度 $5^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ,土表面积比为 $10\% \sim 30\%$ ;群落高度 $0.8 \sim 1.5$  m,群落总盖度 $50\% \sim 90\%$ ;主要植物种类有莠竹、类芦、蔓生莠竹、青香茅(*Cymbopogon caesius* Stapf)、肾蕨、飞机草、黄荆条、红背山麻杆和灰毛浆果楝等,其中能开花结实的种类有48种,包括兰香草、飞机草、灰毛浆果楝、千里光、火把果(*Pyracantha fortuneana* Li)和水蔗草等。

## 2.2 土壤种子库的基本特征

2.2.1 土壤种子库的物种组成特征 有研究表明<sup>[6,9]</sup>,土壤种子库的种类组成与地表植被存在一定的联系,如演替早期土壤种子库的物种数量比演替后期多,与地面植被相似性较高;演替后期土壤种

子库的物种数量及其与地面植被的相似性则有所下降。

据统计(见表1),龙何示范区土壤种子库共有植物108种,隶属于33科81属,其中灌木20种、草本81种、藤本7种,分别占种类总数的 $18.5\%$ 、 $75.0\%$ 和 $6.5\%$ ,且无乔木种类。

从种类数量来看,各调查区域土壤种子库的植物种类较为丰富,乔木幼林区、灌草丛区、樵牧区和弃耕区的植物种类分别达到31、80、56和66种。其中,禾本科(Gramineae)和菊科(Compositae)种类最多,分别有14属20种和15属20种,两者之和分别占调查区域内植物属、种总数的 $35.8\%$ 和 $37.0\%$ 。种类较多的还有大戟科(Euphorbiaceae, 5属9种)和蝶形花科(Papilionaceae, 3属9种)。

另外,各调查区域内土壤种子库所包含的植物种类均以草本植物种类居多,乔木幼林区、灌草丛区、樵牧区和弃耕区的草本植物种类分别占物种总数的 $71.0\%$ 、 $73.8\%$ 、 $85.7\%$ 和 $83.3\%$ ,草本植物种类数量分别是灌木种类和藤本种类之和的 $2.44$ 、 $2.81$ 、 $6.00$ 和 $5.00$ 倍,优势比较明显。造成这一现象的原因除了与草本植物开花结实的种类较多有关外,还可能与不同生活型植物种子的个体大小及寿命长短有关。据黄忠良等研究发现<sup>[16]</sup>,由于木本和藤本植物的种子个体一般较大,且其油脂或淀粉含量较高,不利于种子生活力的保存而寿命较短;而草本植物种子个体一般较小,油脂或淀粉含量均较低,比较有利于种子生活力的保存而寿命较长。

2.2.2 土壤种子库的数量特征 种子密度是反映土壤种子库数量特征的重要指标之一,它主要受地面植被、土壤特性、季节和人为干扰等因素的影响<sup>[6-10]</sup>。以季节和人为干扰为例,在地面植物结实高峰期过后的一段时间内会出现种子密度的最大值,在种子萌发高峰期后则会出现种子密度的最小值,而人为干扰容易造成植物结实种类和数量的减少,从而降低种子密度。

从表2可以看出,龙何示范区土壤种子库( $0 \sim 20$  cm)的种子密度为 $64.6 \sim 339.7$ 粒 $\cdot$ m<sup>-2</sup>,远低于滇东南岩溶山地( $4\ 090 \sim 14\ 930$ 粒 $\cdot$ m<sup>-2</sup>)和贵州茂兰森林( $2\ 510.5 \sim 2\ 646.8$ 粒 $\cdot$ m<sup>-2</sup>)土壤种子库的种子密度数量值<sup>[13,14]</sup>,表明该区域土壤种子库的种子密度很小。

比较发现,龙何示范区土壤种子库的季节性动

态变化非常明显。11月份时乔木幼林区、灌草丛区、樵牧区和弃耕区的种子密度分别是5月份的1.43、3.50、1.88和2.45倍,这主要是因为每年9月份至10月份为该地区植物种子成熟的高峰期,到11月份时大多数种子已经散落并进入土壤层中。而到了5月份,由于种子萌发或腐烂等原因,加之大多数植物尚未结实或者种子尚未成熟,因而种子密度大大降低。

在同一调查时期,不同调查区域的种子密度也有比较明显的差异。以11月份为例,土壤种子库密度从大到小依次为灌草丛区、弃耕区、樵牧区、乔木幼林区。其中,灌草丛区的种子密度分别是樵牧区和乔木幼林区的2.16和3.68倍,而弃耕区的种子密度则分别是樵牧区和乔木幼林区的2.04和3.49倍,差异比较明显。

表1 广西龙何生态重建示范区不同调查区域植物物种数量统计

Table 1 Species structure of different investigated areas in Longhe Eco-demonstration Area of Guangxi

调查区域 Investigated area	数量 Number					
	科 Family	属 Genus	种 Species			合计 Total
			灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Vine	
乔木幼林区 Young forest area	16	27	7	22	2	31
灌草丛区 Shrub-herb area	26	58	14	59	7	80
樵牧区 Firewood-grazing area	16	43	8	48	0	56
弃耕区 Abandoned land	22	50	10	55	1	66
合计 Total	33	81	20	81	7	108

表2 广西龙何生态重建示范区不同调查区域土壤种子库的种子密度

Table 2 Seed density of soil seed banks in different investigated areas in Longhe Eco-demonstration Area of Guangxi

调查区域 Investigated area	时间 Time	种子密度/粒·m <sup>-2</sup> Seed density			
		灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Vine	合计 Total
乔木幼林区 Young forest area	5月 May	10.4	52.1	2.1	64.6
	11月 November	28.8	58.7	4.8	92.3
灌草丛区 Shrub-herb area	5月 May	15.2	78.9	0.4	94.5
	11月 November	38.7	283.8	17.2	339.7
樵牧区 Firewood-grazing area	5月 May	13.0	70.7	0.0	83.7
	11月 November	33.9	123.7	0.0	157.6
弃耕区 Abandoned land	5月 May	2.7	128.5	0.4	131.6
	11月 November	9.1	312.5	0.4	322.0

### 3 讨论和结论

#### 3.1 土壤种子库对地表植被恢复作用的潜力分析

与地面植被一样,土壤种子库也是植被演替和恢复的重要物质基础<sup>[9]</sup>。在无人为干扰的条件下,地面植被性质的变化主要受土壤种子库和外部输入种子两个关键因素的影响。在植物群落更新和演替过程中,土壤种子库对被干扰后的植被具有潜在的种群恢复能力,可为遭受干扰和破坏后的植物群落提供繁殖体、增加物种数量、提高植被覆盖度和改变群落性质,成为植被演替过程中种类更替的重要来

源。因此,对已受干扰和破坏的生态系统而言,土壤种子库的大小和种类组成往往是植被恢复的限制性或决定性因子,可从种类组成、种子密度和萌发能力以及外部环境等方面充分反映其作用潜力的大小。

龙何示范区现存植被是遭受严重人为干扰后退化而成的次生植被,是亟需恢复的退化生态系统类型之一。从目前对其土壤种子库的种类数量、生活型构成、种子密度和环境条件等方面的研究和观察来看,该地区土壤种子库对今后植被恢复存在有利和不利两个方面的作用。一方面,土壤种子库的物种数量较多,尽管不同土地利用类型区域存在一定差异,但整个示范区土壤种子库的物种数量多达108

种,涉及33个科81个属,加之该地区年降水量较多,对保持种子生命力、促进种子萌发和幼苗生长等具有一定的作用,从而对维持和提高龙何示范区的生物多样性十分有利。另一方面,土壤种子库中草本植物占优势,木本植物所占比例较小,尤其是缺乏乔木种类,致使其在增加群落层次(乔木层)和改变现有植被性质方面的作用微乎其微;而且,土壤种子库种子密度较低,即使在高峰期,最大值也仅为 $339.7 \text{ 粒} \cdot \text{m}^{-2}$ ;此外,示范区内绝大部分土壤为棕色石灰土,土层浅薄,持水力差,干湿交替明显,不利于土壤种子库种子生活力的保存、种子萌发和幼苗生长。

综上所述,在现时条件下,该地区土壤种子库对植被恢复的作用主要局限于增加地表植被物种数量和提高群落覆盖度两个方面,对改变群落性质则难以产生实质性的作用。由于龙何示范区绝大部分山地地表植被的乔木种类和个体数量很少,且土壤种子库中缺乏乔木种类,因而其现存植被在今后较长时期内仍将维持在灌草丛或灌丛阶段。

### 3.2 龙何示范区植被恢复的基本对策

石漠化的产生和加剧是以脆弱的生态地质环境为基础,以强烈的人类活动为驱动力,它既是一种过程,也是一种景观<sup>[1]</sup>。从所属气候类型来看,龙何示范区的地带性植被应以乔木层为主,是具有复层结构的常绿落叶阔叶混交林<sup>[16]</sup>,其植被自然演替的基本系列应为裸岩→草丛→灌丛→乔木先锋群落→顶极群落,植物群落结构由单层到复层,生态调节功能也由低到高,具有乔、灌、草等层次的常绿落叶阔叶混交林是该地生态调节功能最好的植被类型。但在石漠化过程中,由于人为的干扰,其原生植被种类组成从高大乔木向典型的小灌木退化,并随着环境干旱程度的加剧向旱生化演替<sup>[17]</sup>,生态调节功能也由强到弱,甚至完全消失。目前,龙何示范区除自然封育区所含的乔木幼林区具有复层结构外,其他区域的植被仅仅包含灌木层和草本层等1~2个层次而无乔木层,生态调节功能几乎丧失殆尽。因此,植被恢复是龙何示范区生态恢复的基础和关键<sup>[4,5]</sup>,只有建立起以常绿落叶阔叶林为主的森林防护体系,才能从根本上改变该地区的生态环境。

根据退化山地植被恢复的基本理论和方法<sup>[18]</sup>,龙何示范区植被恢复的基本对策为自然封育和人工重建。

3.2.1 自然封育 自然封育是促进龙何示范区山地植被恢复的第1步,也是其植被恢复的主要方式。龙何示范区大部分山地土壤稀少而浅薄,人工造林难度大,经济投入高。自然封育可以起到消除人为破坏性干扰、提高植被覆盖度、增加群落高度和减轻水土流失等作用,逐步改善已极度恶化的土地条件(尤其是土壤条件),从而为人工重建创造较为良好的微环境。实践证明,自然封育对植被恢复能起到比较明显的促进作用,如乔木幼林区从1989年全面砍伐后就开始自然封育,其植被状况要明显好于当时没有实施自然封育的山地;灌草丛区经过2~3年的自然封育,其大部分地段的植被状况比封育前和樵牧区也有明显的改善。

3.2.2 人工重建 人工重建是以增加乔木种类及其个体数量为目的的,通过选择喜光性和抗逆性较强、造林难度较低的岩溶乡土树种作为先锋树种,在适宜人工造林的地段采取直播造林或植苗造林、人工抚育等方式构建乔木先锋群落。典型先锋树种有银合欢[*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit]、苏木(*Caesalpinia sappan* Linn.)、茶条木(*Delavaya toxocarpa* Franch.)、广西顶果木(*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.)和任豆(*Zenia insignis* Chun)等。由于不同地段土地条件及不同树种生态习性存在差异,人工重建应采取以地选树和以树选地相结合的方式,即根据各个地段的土地条件选择适宜的树种并采取适当的造林方法,如在弃耕区和灌草丛区积土较多、土壤条件较好的地段以植苗造林为主,而在石隙土较多的地段以直播造林为主,同时辅以必要的人工抚育以促进造林树种和其他目的树种的生长。

### 3.3 结论

土壤种子库是植被恢复的重要物质基础和条件,是决定地面植被未来发展速度和方向的重要因素。桂西南石漠化山地土壤种子库的植物种类比较丰富,草本植物优势明显,缺乏乔木种类,种子密度较低且季节性差异较大。由于缺乏乔木种类,土壤种子库对改变地面植被性质的潜力和作用非常有限,因而石漠化地区植被恢复的基本对策首先是自然封育,以消除人为的破坏性干扰,逐步改善地面植被和生态小环境;其次是人工重建,在适宜人工造林的地段,通过人工造林方式构建乔木先锋群落,从而加速现有植被的自然演替。

致谢 广西壮族自治区·中国科学院广西植物研究所苏宗明研究员、区智同志和广西师范大学生命科学学院硕士研究生叶文培同学参加了部分野外调查工作, 韦发南研究员、李光照研究员等为标本鉴定提供了无私帮助, 在此一并致谢。

#### 参考文献:

- [1] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 101-104.
- [2] 李先琨, 何成新. 西部开发与热带亚热带岩溶脆弱生态系统恢复重建[J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 13-16.
- [3] 吕仕洪, 陆树华, 李先琨, 等. 广西平果石漠化地区立地划分与生态恢复试验初报[J]. 中国岩溶, 2005, 24(3): 196-201.
- [4] 李先琨, 吕仕洪, 蒋忠诚, 等. 喀斯特峰丛区复合农林系统优化与植被恢复试验[J]. 自然资源学报, 2005, 20(1): 92-98.
- [5] 李先琨, 何成新, 蒋忠诚. 岩溶脆弱生态区生态恢复、重建的原理与方法[J]. 中国岩溶, 2003, 22(1): 12-17.
- [6] 熊利民, 钟章成, 李旭光. 亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤种子库的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(3): 249-257.
- [7] 张玲, 李广贺, 张旭. 土壤种子库研究综述[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 114-120.
- [8] 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.
- [9] 张咏梅, 何静, 潘开文, 等. 土壤种子库对原有植被恢复贡献的研究[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(3): 326-332.
- [10] 安树青, 林向阳, 洪必恭. 宝华山主要植被类型土壤种子库初探[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 41-50.
- [11] 苏维词. 中国西南岩溶山区石漠化治理的优化模式及对策[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 24-27.
- [12] 刘济明. 茂兰喀斯特森林中华蚊母树群落土壤种子库动态初探[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 366-374.
- [13] 沈有信, 江洁, 陈胜国, 等. 滇东南岩溶山地退化植被土壤种子库的储量与组成[J]. 植物生态学报, 2004, 28(1): 101-106.
- [14] 李先琨, 苏宗明, 吕仕洪, 等. 广西岩溶植被自然分布规律及对岩溶生态恢复重建的意义[J]. 山地学报, 2003, 21(2): 129-139.
- [15] Grime J P. Seed bank in ecological perspective[A]. Leck M A, Parker V T, Simpson R L. Ecology of Soil Seed Bank[M]. San Diego: Academic Press, 1989. XVI-XXI.
- [16] 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]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4(4): 42-49.
- [17] 王德炉, 朱守谦, 黄宝龙. 贵州喀斯特区石漠化过程中植被特征的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(3): 26-30.
- [18] 包维楷, 陈庆恒. 退化山地植被恢复和重建的基本理论和方法[J]. 长江流域资源与环境, 1998, 7(4): 370-376.

## 《植物资源与环境学报》征稿简则

- 一. 《植物资源与环境学报》是江苏省·中国科学院植物研究所、江苏省植物学会、中国环境科学学会植物园保护分会联合主办的学报, 季刊, 1992年创刊, 国内外公开发行人。1995、1997、1999年连续三届荣获“江苏省优秀期刊”奖; 1997年荣获“全国优秀科技期刊三等奖”和“华东地区优秀期刊奖”; 2001年入选“中国期刊方阵”; 2002和2004年入选“江苏省期刊方阵”。本刊是BA、CA、CAB、Elsevier's、中国生物学文摘、中国林业文摘、环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群和中国学术期刊(光盘版)等国内外著名数据库和文摘类刊物固定收录的来源期刊。本刊主要刊登植物资源的考察、开发、利用和物种保护; 自然保护区与植物园的建设和管理; 植物在保护和美化生态环境中的作用; 环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述(综述由本刊约稿)等, 不登译稿。
- 二. 本刊的主要读者对象为从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻工、自然保护和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者。
- 三. 来稿要求:
  - (1) 来稿须一式两份(原件及清晰的复印件)。文稿应论点明确, 数据可靠, 文字简炼, 做到齐、清、定。研究论文(包括图、表、中英文摘要和参考文献)一般不超过4个印刷页, 研究简报不超过2个印刷页。
  - (2) 来稿请使用规范汉字, 标点符号使用要求准确, 连字号和范围号及减号、键号须分清。
  - (3) 研究论文书写顺序为: 题目, 作者姓名, 作者单位, 所在地区及邮政编码, 中文摘要(300字以内), 关键词(3-5个), 英文摘要(包括英文题目、作者姓名、单位、地区及邮编、摘要内容、关键词等, 约1500个印刷符号, 另附中文, 以便校阅), 正文, 参考文献。研究简报附简单英文摘要, 不附中文摘要, 其他与研究论文相同。